

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS



**“DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD TÉRMICA DE HIERRO, ZINC Y
FIBRA EN GALLETAS DULCES ELABORADAS CON HARINA DE TRIGO,
JENGIBRE (*ZINGIBER OFFICINALE*) Y EPICARPIO DE PIÑA (*ANANAS
COMOSUS*)”**

T.U. ANGELA MARIANA DUQUE CASTILLO
200941614

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, SEPTIEMBRE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

Lcda. Elisa Raquel Martínez González

Vocal

Br. Irrael Esduardo Arrianza Jerez

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Académico

MSc. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edin Anibal Ortiz Lara

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Mauricio Cajas Loarca

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos

Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Sergio Rodrigo Almengor Posadas

Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinador de las carreras de Pedagogía

Lic. Henrich Herman León

Coordinador Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la comunicación

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: Por ser la casa de estudios que me abrió las puertas para desarrollarme y crecer en el ámbito cognitivo y profesional.

A MIS CATEDRÁTICOS: Por compartir sus valiosos conocimientos, inculcarme valores éticos y morales, y esforzarse por la formación académica con excelencia.

A MIS ASESORES: Por dedicarme su tiempo, paciencia y conocimientos en el desarrollo de trabajo de graduación.

A MIS COMPAÑEROS: Por las vivencias compartidas y por su apoyo en el desarrollo estudiantil.

DEDICATORIA

- A DIOS:** Por darme la vida, sabiduría, por permitirme llegar a culminar una etapa más en mi vida, por darme fuerzas para salir adelante.
- A MI MADRE:** Por brindarme amor y apoyo incondicional, por enseñarme que con amor todo es posible, por darme su entrega completa, por cuidar de mí siempre, por estar en todo momento a mi lado.
- A MI PADRE:** Por demostrar su amor con hechos, por esforzarse para darnos lo mejor de él, por brindar paz y seguridad a nuestro hogar, por siempre apoyar el logro de mis metas.
- A MIS HERMANOS:** Por darme un espacio permanente en su corazón y aceptarme con virtudes y defectos, y por su apoyo en situaciones difíciles.
- A MI FAMILIA:** Por brindarme apoyo moral y poder compartir momentos de alegría y tristeza.
- A MIS AMIGOS:** Por expresarme constante motivación, y darme su apoyo y cariño sincero.
- A MI PATRIA:** Por ser la cuna que me anida, por brindarme su riqueza natural y cultural.

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	1
2.	ABSTRACT.....	3
3.	INTRODUCCIÓN	5
4.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
5.	JUSTIFICACIÓN	9
6.	MARCO TEÓRICO.....	11
6.1	Minerales	11
6.1.1	Deficiencias en vitaminas y minerales	11
6.1.2	Tecnologías encaminadas a la protección de vitaminas y minerales en los procesos de los alimentos	12
6.1.3	Inconvenientes a nivel industrial para la conservación de vitaminas y minerales en las etapas de procesamiento.....	13
6.1.4	Horneado	14
6.1.5	Estabilidad de minerales en alimentos	17
6.1.6	Hierro	18
6.1.6	Zinc.....	20
6.2	Fibra	21
6.2.1	Clasificación.....	23
6.2.2	Componentes de la fibra dietética	23
6.2.3	Propiedades funcionales fisiológicas de la fibra dietaria	24
6.2.4	Utilización de epicarpio para obtención de fibra.....	24
6.2.5	Aplicación de fibra dietaria en la industria alimentaria.	25
6.3	Deshidratación.....	26
6.3.1	Área superficial de alimentos	27
6.3.2	Tiempo y temperatura	27
6.3.3	Preparación de vegetales para su deshidratación	27
6.4	Taxonomía de la piña (Ananas comosus. (L) Merr)	29
6.4.1	Valor nutricional de la piña.....	29
6.4.2	Cultura alimenticia de la piña e industrialización	31

6.4.3	Producción de piña en Guatemala.....	32
6.5	Generalidades del jengibre	32
6.5.1	El jengibre	32
6.5.2	Composición química de la planta	34
6.5.3	Valor nutricional	35
6.5.4	Producción de jengibre en Guatemala.....	37
6.6	Composición de las harinas.....	37
6.6.1	Harina de trigo.....	37
6.7	Definición de galletas.....	38
6.8	Análisis sensorial de los alimentos.....	39
6.8.1	Pruebas escalares	40
6.9	Análisis químico proximal	42
6.10	Análisis bromatológico	42
6.11	Análisis estadístico para pruebas de muestra simple de evaluación sensorial	43
7.	OBJETIVOS	44
7.1	General	44
7.2	Específicos:	44
8.	HIPÓTESIS	45
9.	RECURSOS	46
9.1	Humanos.....	46
9.2	Institucionales.....	46
9.3	Físicos.....	46
9.4	Económicos	46
9.5	Materiales y equipos utilizados en la investigación	47
10.	MARCO OPERATIVO	49
10.1	Descripción general del proceso de deshidratación para obtener harina de jengibre y epicarpio de piña	49
10.2	Proceso de elaboración de harina de epicarpio de piña	49
10.3	Proceso de obtención de harina de jengibre	51
10.4	Formulación para elaboración de galletas dulces	53
10.4.1	Proceso de elaboración de galletas.....	54

10.5	Análisis químico proximal	55
10.6	Metodología utilizada para evaluación sensorial	56
10.7	Análisis estadístico para panel piloto	57
10.8	Presentación técnica de los resultados	57
10.9	Análisis estadístico de la determinación de hierro, zinc y fibra	58
10.10	Recolección y ordenamiento de la información.....	59
10.11	Punto de muestreo	59
11.	RESULTADOS	60
11.1	Proceso de deshidratación de jengibre y epicarpio de piña.....	60
11.2	Resultado del análisis bromatológico (Hierro y Zinc) y químico proximal (fibra) realizado a las muestras de galletas.....	60
11.3	Resultados del panel piloto de evaluación sensorial y panel de consumidores realizado a las galletas con harina de jengibre y epicarpio de piña.....	64
11.4	Resultados del panel de consumidores de evaluación sensorial realizado a las galletas con harina de jengibre y epicarpio de piña.....	65
11.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	66
12.	CONCLUSIONES	68
14.	RECOMENDACIONES	69
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
16.	ANEXOS	73
17.	APÉNDICES	77
17.1	Diagrama de proceso de obtención de harina de jengibre y harina de epicarpio de piña.	77
17.2	Diagrama de producción de galletas	78
17.3	Boleta de escala hedónica para panel piloto.....	79
17.4	Boleta de escala hedónica facial para panel de consumidores	82
17.5	Fotografías.....	83
17.6	Resultados de los informes de análisis de hierro, zinc y fibra cruda en pasta para galletas sin hornear y galletas horneada	90
17.6.1	Análisis de Fe y Zn en pasta sin hornear de tres formulaciones de galletas de jengibre y epicarpio de piña.	90
17.6.2	Análisis de Fe y Zn en galletas horneadas de tres formulaciones de galletas de jengibre y epicarpio de piña.	91

17.6.3	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de galletas horneadas, de la formulación A.....	92
17.6.4	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de galletas horneadas, de la formulación B.....	93
17.6.5	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de galletas horneadas, de la formulación C.....	94
17.6.6	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de pasta cruda para galletas de la formulación A.....	95
17.6.7	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de pasta cruda para galletas de la formulación B.....	96
17.6.8	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de pasta cruda para galletas de la formulación C.....	97
17.7	Resultados de deshidratación de jengibre	98
17.8	Resultados de deshidratación de epicarpio de piña	99
17.9	Rendimiento de las harinas procesadas	100
17.10	Análisis estadístico de zinc en muestras sin hornear y horneadas	100
17.11	Análisis estadístico de hierro en muestras sin hornear y horneadas.....	100
17.12	Análisis estadístico de fibra cruda en muestras sin hornear y horneadas.....	101
17.13	Resultados de análisis varianza de panel piloto de evaluación sensorial	101
13.1	Análisis de varianza para olor	101
17.13.2	Análisis de varianza para color.....	101
17.13.3	Análisis de varianza para sabor	102
17.13.4	Análisis de varianza para textura.....	102
17.14	Resultados de la determinación de la formulación que obtuvo los mayores puntajes.....	102
14.1	Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a olor.	102
17.14.2	Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a color.....	103
17.14.3	Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a sabor.	103
17.14.4	Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a textura.....	104

17.15	Resultados integrados de las características evaluadas en el panel sensorial de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre.	104
17.15.1	Análisis de varianza para olor, color, sabor y textura de tres formulaciones de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre	105
17.16	Análisis de Varianza de aceptación de panel de consumidores	105
17.16.1	Media aritmética obtenida en el panel de consumidores de evaluación sensorial con respecto a agrado y desagrado de las muestras de galletas.....	106
17.17	Ingesta diaria recomendada (IDA)	106
18.	GLOSARIO	107

ÍNDICE DE APÉNDICES

17.1	Diagrama de proceso de obtención de harina de jengibre y harina de epicarpio de piña.....	77
17.2	Diagrama de producción de galletas.....	78
17.3	Boleta de escala hedónica para panel piloto	79
17.4	Boleta de escala hedónica facial para panel de consumidores.....	82
17.5	Fotografías	83
17.6	Resultados de los informes de análisis de hierro, zinc y fibra cruda en pasta para galletas sin hornear y galletas horneada	90
17.6.1	Análisis de Fe y Zn en pasta sin hornear de tres formulaciones de galletas de jengibre y epicardio de piña.	90
17.6.2	Análisis de Fe y Zn en galletas horneadas de tres formulaciones de galletas de jengibre y epicardio de piña.	91
17.6.3	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de galletas horneadas, de la formulación A.	92
17.6.4	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de galletas horneadas, de la formulación B.....	93
17.6.5	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de galletas horneadas, de la formulación C.....	94
17.6.6	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de pasta cruda para galletas de la formulación A.	95
17.6.7	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de pasta cruda para galletas de la formulación B.....	96
17.6.8	Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de pasta cruda para galletas de la formulación C.....	97
17.7	Resultados de deshidratación de jengibre	98
17.8	Resultados de deshidratación de epicarpio de piña.....	99
17.9	Rendimiento de las harinas procesadas	100
17.10	Análisis estadístico de zinc en muestras sin hornear y horneadas.....	100
17.11	Análisis estadístico de hierro en muestras sin hornear y horneadas	100
17.12	Análisis estadístico de fibra cruda en muestras sin hornear y horneadas	101
17.13	Resultados de análisis varianza de Panel Piloto de Evaluación Sensorial	101

17.13.1	Análisis de varianza para olor	101
17.13.2	Análisis de varianza para color	101
17.13.3	Análisis de varianza para sabor	102
17.13.4	Análisis de varianza para textura	102
17.14	Resultados de la determinación de la formulación que obtuvo los mayores puntajes.	102
17.14.1	Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a olor.	102
17.14.2	Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a color.	103
17.14.3	Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a sabor.	103
17.14.4	Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a textura.	104
17.15	Resultados integrados de las características evaluadas en el panel sensorial de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre.	104
17.15.1	Análisis de varianza para olor, color, sabor y textura de tres formulaciones de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre	105
17.16	Análisis de varianza de aceptación de panel de consumidores.....	105
17.16.1	Media aritmética obtenida en el Panel de consumidores de evaluación sensorial con respecto a agrado y desagrado de las muestras de galletas.....	106
17.17	Ingesta diaria recomendada (IDA).....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Taxonomía de la piña.....	29
Tabla 2	Valor nutricional de una porción de 100 g de piña.....	30
Tabla 3	Clasificación sistemática del jengibre.....	33
Tabla 4	Contenido de nutrientes minerales de rizoma de jengibres.....	35
Tabla 5	Valor nutritivo del jengibre (<i>Zingiber officinales</i>)	36
Tabla 6	Composición media de la harina de trigo, porción 100 gramos.....	38
Tabla 7	Porcentajes de humedad y cenizas en galletas simples y rellenas.....	39
Tabla 8	Formulación para la elaboración de una galleta dulce a partir de una harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña.....	53
Tabla 9	Análisis de varianza para distribución en bloques al azar.....	58
Tabla 10	Resultados de Zn en pasta cruda y galletas horneadas.....	61
Tabla 11	Resultados de Fe en pasta cruda y galletas horneadas.....	62
Tabla 12	Resultados de fibra en pasta cruda y galletas horneadas.....	63
Tabla 13	Promedio del contenido de hierro, zinc y fibra de tres formulaciones de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre.....	64

1. RESUMEN

El propósito de la presente investigación se centra en determinar los efectos de la temperatura en el hierro, zinc y fibra, en galletas elaboradas con base de harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña y evaluar si afecta o no a la calidad organoléptica y nutricional de estos alimentos y a su vez esta investigación presenta una alternativa de procesamiento e industrialización del jengibre y epicarpio de piña, para establecer su dosificación como fuente de fibra dietética de hierro y zinc en la producción de galletas.

Esto, con el propósito de mejorar la nutrición de la población en Guatemala, aportando productos convencionales con un enriquecimiento del contenido nutricional utilizando materias primas orgánicas naturales. Para ello se desarrolló una harina alta en fibra, hierro y zinc utilizando harina de jengibre y epicarpio de piña previo a la deshidratación de cada compuesto, aprovechando materias primas que se les da poco uso o están en desuso en el país, la piña en su mayoría solamente se procesa la pulpa de este fruto y en cuanto al jengibre su uso es muy limitado en el área culinaria e industrial. Guatemala se encuentra entre los primeros veinte productores de piña a nivel mundial, por lo que tiene un gran potencial para proveer esta materia prima con alto nivel nutricional que debe ser aprovechada y el jengibre se prolifera rápidamente al cultivarse en diferentes climas.

La importancia de la fibra dietética en nutrición junto con la recomendación del incremento en su consumo, ha llevado a la industria alimentaria a buscar fuentes alternativas. Se ha encontrado que la fibra dietética de las frutas y verduras, en general son de mejor calidad que la proveniente de granos alimenticios (cereales y leguminosas). La relevancia de los minerales hierro y zinc en la alimentación radican en la prevención de enfermedades como anemia, malformaciones, falta de apetito, enfermedades respiratorias, mal crecimiento y desarrollo, entre otros; y en el caso de la fibra la cual proporciona un buen tránsito intestinal y contribuye a la prevención del cáncer de colon, diverticulosis, problemas de estreñimiento, gastritis, hernia de hiato, úlcera péptica, entre otros.

Los resultados de esta investigación evidencian que el jengibre y el epicarpio de piña pueden ser utilizadas como un enriquecedor de harinas comunes, por medio de análisis fisicoquímicos y análisis sensoriales. El jengibre y el epicarpio de piña fueron deshidratados, luego molidos

hasta obtener harina, la cual se mezcló con harina de trigo y se formuló una nueva harina alta en fibra, hierro y zinc, que posteriormente fue utilizada en galletas. Los resultados del análisis químico proximal permitieron establecer que las galletas con harina de jengibre y epicarpio de piña tiene un mayor porcentaje de fibra cruda y minerales como hierro y zinc, comparada con una muestra de galleta comercial de harina de trigo normal. En los análisis realizados se encontró que las harinas son potencialmente utilizables, ya que son de fácil obtención, lo que la hace disponible para el desarrollo de nuevos productos con una materia prima subutilizada.

Se elaboraron tres formulaciones de galletas, utilizando una formulación básica para la elaboración de galletas dulces, el horneado de las mismas se realizó a 150°C por quince minutos la variante en cada formulación fue el porcentaje de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre, y evidentemente a mayor porcentaje de dichas harinas así también aumentó proporcionalmente el contenido de fibra, hierro y zinc.

Para comprobar la aceptabilidad de las galletas se evaluó, el olor, color, sabor y textura en un panel piloto de Evaluación Sensorial de Alimentos, realizado por panelistas en donde se llegó a la conclusión que la galleta código 385, con formulación “B” (61% harina de trigo, 28% harina de epicarpio de piña y 11% de harina de jengibre de un total de 900 g) presentó mayor aceptación tanto en el panel piloto como en el panel de consumidores. En cuanto al componente sensorial cabe indicar que existe diferencia estadística entre las muestras.

Según los resultados obtenidos en la determinación de hierro, zinc y fibra cruda, se rechaza la hipótesis debido a que el % de estabilidad térmica de los tres compuestos presentó valores altamente favorables de resistencia, por lo que el proceso de deshidratado y horneado no afectan totalmente en la concentración de hierro, zinc y fibra, por lo que se recomiendan para el procesamiento de los alimentos.

Por lo anterior se concluye que la muestra con el código 385 es la que presenta los mejores resultados en cuanto a aceptabilidad; por lo cual se recomienda que se utilice esta formulación en la elaboración de galletas dulces a partir de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre. Además, el porcentaje de estabilidad térmica de zinc es de 81,35 %, del hierro es de 61.06 % y de fibra es de 67.20%.

2. ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the effects of temperature on iron, zinc and fiber, on cookies made from wheat flour, ginger and pineapple epicarp and to assess whether or not it affects the organoleptic and nutritional quality of these foods and in turn this research presents an alternative processing and industrialization of ginger and pineapple epicarp, to establish its dosage as a source of dietary fiber of iron and zinc in the production of cookies

This is with the purpose of improving the nutrition of the population in Guatemala, contributing conventional products with an enrichment of the nutritional content using natural organic raw materials. For this purpose, flour high in fiber, iron and zinc was developed using ginger flour and pineapple epicarp before the dehydration of each compound, taking advantage of raw materials that are little used or are in disuse in the country, the pineapple in its Most of them only process the pulp of this fruit and as for ginger, its use is very limited in the culinary and industrial area. Guatemala is among the first twenty producers of pineapple worldwide, so it has great potential to provide this raw material with high nutritional level that should be exploited and ginger proliferates quickly when grown in different climates.

The importance of dietary fiber in nutrition along with the recommendation of increased consumption has led the food industry to look for alternative sources. It has been found that the dietary fiber of fruits and vegetables, in general, are of better quality than that coming from food grains (cereals and legumes). The importance of the iron and zinc minerals in the diet lies in the prevention of diseases such as anemia, malformations, anemia, lack of appetite, respiratory diseases, poor growth and development, among others; and in the case of fiber which provides a good intestinal transit and contributes to the prevention of colon cancer, diverticulosis, constipation problems, gastritis, hiatus hernia, peptic ulcer, among others.

The results of this investigation show that ginger and pineapple epicarp can be used as an enrichment of common flours, through physicochemical analysis and sensory analysis. The ginger and pineapple epicarp were dehydrated, then ground to obtain flour, which was mixed with wheat flour and a new flour was made high in fiber, iron and zinc, which was later used in cookies. The results of the proximal chemical analysis allowed to establish that cookies with ginger flour and pineapple epicarp have a higher percentage of crude fiber and minerals such as

iron and zinc, compared with a sample of commercial biscuit of normal wheat flour. In the analyzes carried out it was found that the flours are potentially usable, since they are easy to obtain, which makes it available for the development of new products with an underutilized raw material.

Three formulations of biscuits were elaborated, using a basic formulation for the elaboration of sweet biscuits, the baking of the same ones was realized to 150 ° C by fifteen minutes the variant in each formulation was the percentage of wheat flour, pineapple epicarp and ginger, and evidently to a greater percentage of said flours, the fiber, iron and zinc content also increased proportionally.

To check the acceptability of the cookies, the odor, color, taste and texture were evaluated in a pilot panel of Sensory Food Evaluation, carried out by panelists where it was concluded that the cookie code 385, with formulation "B" (61% wheat flour, 28% pineapple epicarp flour and 11% ginger flour of a total of 900 g) showed greater acceptance in both the pilot panel and the consumer panel. As for the sensory component, it should be noted that there is a statistical difference between the samples.

According to the results obtained in the determination of iron, zinc and crude fiber, the hypothesis is rejected because the thermal stability of the three compounds presented highly favorable values of resistance, so that the process of dehydration and baking do not totally affect in the concentration of iron, zinc and fiber, so they are recommended for the processing of food.

Therefore, it is concluded that the sample with code 385 is the one that presents the best results in terms of acceptability; Therefore, it is recommended that this formulation be used in the preparation of sweet cookies made from wheat flour, pineapple epicarp and ginger. In addition, the percentage of thermal stability of zinc is 81.35%, iron is 61.06% and fiber is 67.20%.

3. INTRODUCCIÓN

La necesidad de contribuir a la disminución de la desnutrición en Guatemala, el bajo valor adquisitivo de la mayoría de la población, así como la importante disponibilidad de recursos vegetales, que son subutilizados o mal utilizados, ha motivado la realización del presente trabajo de investigación. El trabajo consiste en la determinación de la estabilidad térmica del hierro, zinc y fibra en una galleta dulce a la que se le mezcló harina de jengibre y harina de epicarpio de piña, para aprovechar las propiedades funcionales del hierro, zinc y fibra, los cuales son algunos de los que se encuentran en mayor déficit en la población, y tratando de conservar éstas propiedades funcionales y sensoriales, pero con un mejoramiento en características nutritivas, a la vez siendo de un costo accesible.

En la edad escolar los requerimientos nutricionales van de la mano con el incremento de las actividades físicas e intelectuales que los niños desarrollan. En la población infantil, en edad escolar es evidente el desarrollo de una serie de malos hábitos alimenticios, como el aumento en el consumo de comida rápida, poco nutritiva y bastante procesada. Es por ello que la investigación está enfocada a la población infantil.

Se elaboraron galletas utilizando tres formulaciones con combinación de diferentes porcentajes de harina de trigo, de jengibre y epicarpio de piña, las cuales fueron evaluadas por un panel piloto de estudiantes que han aprobado el curso de Análisis Sensorial, para evaluar sus propiedades organolépticas, y para evaluar la aceptabilidad del producto se hizo un panel de consumidores que fueron niños de sexto primaria.

Guatemala posee gran variedad de plantas que se utilizan para diferentes fines, tales como salud, alimentación, ornato, protección, nutrición, etc. En cuanto a nutrición, es frecuente observar en el área rural el consumo de plantas diversas. Sin embargo, este consumo poco a poco ha ido reduciéndose, debido a la proliferación de comida rápida (chatarra) y bebidas poco nutritivas, lo que va en detrimento de la salud. La mayoría de problemas nutricionales se deben al consumo inadecuado de alimentos que está condicionado por las creencias y hábitos alimentarios que tiene cada población, los cuales pueden mantenerse, modificarse o adquirirse. Guatemala es un

país en donde factores como el recurso económico, la cultura y la educación inciden en los hábitos alimentarios de los habitantes (Grandra, 1970).

Dado que el jengibre y el epicarpio de piña se caracterizan por poseer contenido de fibra y minerales como el hierro, zinc, calcio y potasio entre otros, cuya calidad biológica permiten potenciar la calidad nutritiva del producto, mitigando enfermedades como: anemia, falta de apetito, enfermedades respiratorias, mal crecimiento y desarrollo, entre otros; y en el caso de la fibra la cual proporciona un buen tránsito intestinal y contribuye a la prevención del cáncer de colon, diverticulosis, problemas de estreñimiento, gastritis, hernia de hiato, úlcera péptica, entre otros, según INCAP y OMS.

La presente investigación se llevó a cabo en el área urbana de Mazatenango, durante los meses de agosto a noviembre del año 2017 y de enero a julio del año 2018. Con ello se espera ofrecer a la población escolar, un alimento nutritivo con presencia de fibra, hierro y zinc, siendo de bajo costo.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Diversos estudios han establecido que existe diversos grados de desnutrición en el país, especialmente en niños del área rural. Los niños de edad escolar presentan bajo aprendizaje, poca atención, desganado en la actividad física etc., con el resultado de tener una comunidad con pocas o nulas posibilidades de elevar el desarrollo psicobiosocial.

Según INCAP; la propagación de ciertas enfermedades como la anemia, retardo en el crecimiento, diabetes, cáncer de colon, entre otros, se debe a la alimentación inadecuada con poca o nula presencia de hierro, zinc y fibra respectivamente, eligiendo productos poco nutritivos, esto está determinado por las costumbres y prácticas de alimentación, es decir, por la selección, almacenamiento, preparación y distribución de los alimentos en la familia.

El ambiente externo, social, político y económico en el cual las personas viven tiene profundo efecto sobre lo que vive y cree. Cada día se convive con un amplio rango de servicios, sistemas y presiones en el sistema educativo, el trabajo, hogar y restaurantes en los cuales los alimentos obesogénicos abundan. El exceso de propaganda que se hace en los diferentes medios de comunicación, para motivar el consumo de comida y bebidas rápidas (comida chatarra), hace que una gran mayoría de personas se inclinen por consumir dicha comida, que no tiene nutrientes de buena calidad. Por el contrario, las propiedades organolépticas se han potenciado con el uso y abuso de los aditivos químicos.

Por tal razón, en la presente investigación se elaboró una galleta dulce, a la que se le agregó una mezcla de harina de jengibre y harina de epicarpio de piña, con la finalidad de aprovechar las propiedades funcionales que éstas poseen.

Considerando dichas propiedades funcionales del jengibre y del epicarpio de piña, es posible formular una galleta dulce a base de estos productos como una alternativa para complementar la alimentación, es una opción práctica que contribuye a que la refacción sea sana ya que es una importante fuente de fibra y minerales como lo son el hierro y el zinc, que son nutrientes necesarios en la dieta alimentaria, además de ser un producto que por su forma y tamaño es fácil y práctico de llevar, además de económico.

Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP- y el Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos -CESNA- se ha evidenciado que la fibra tiene un efecto protector contra ciertas enfermedades y problemas de salud. Las mujeres cuya principal fuente de carbohidratos son alimentos bajos en fibra son 2.5 veces más propensas a desarrollar diabetes que aquellas que tienen una dieta alta en fibra. Esto se debe a que la fibra hace que la absorción de la glucosa en el intestino delgado sea más lenta. (Ver anexo, gráfica No. 6, página 76)

La fibra también está relacionada con el descenso de las lipoproteínas de baja densidad, que son las causantes del mayor riesgo de enfermedad cardíaca, produciendo un descenso de las LDL (Lipoproteínas de baja densidad) y un aumento de las HDL (Lipoproteínas de alta densidad).

Por lo que surge la siguiente interrogante:

¿Se conservan en galletas dulces elaboradas con harina de trigo fortificadas con harina de jengibre y epicarpio de piña, los porcentajes de hierro, zinc y fibra luego del horneado?

5. JUSTIFICACIÓN

En esta investigación se desarrolló una galleta dulce con harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre, aprovechando la materia prima que es desechada en las industrias de alimentos del país, como lo es en el epicarpio de piña, y el poco uso que se le da al jengibre y sus diversas propiedades nutricionales. Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- Guatemala se encuentra entre los primeros veinte productores de piña a nivel mundial, por lo que tiene un gran potencial para proveer esta materia prima con alto nivel nutricional. En cuanto al jengibre la producción no es muy alta, pero es un producto de fácil siembra y cosecha y sobre todo con múltiples beneficios nutricionales.

Una de las problemáticas en el país es la desnutrición en sus diversas presentaciones: aguda, global y crónica, siendo una de las causas, el abuso en el consumo de comida chatarra que no posee nutrientes de buena calidad. Las propiedades organolépticas son potenciadas por el uso y abuso de diferentes aditivos químicos.

Otra causa es el nivel económico, que no permite a las familias la adquisición de productos de buena calidad en cuanto a nutrición se refiere. También influyen las costumbres ancestrales.

El jengibre y el epicarpio de piña, poseen diferentes nutrientes enfatizando entre ellos hierro, zinc y fibra siendo algunos de los que se encuentran en déficit en el país, según la Encuesta Nacional de Micronutrientes más reciente apoyada por INCAP, UNICEF, OMS Y SESAN, estos productos se quieren aprovechar elaborando harinas y utilizando un alimento vehículo para hacerlas llegar a los niños, quienes más lo necesitan.

Para aprovechar las propiedades tanto del jengibre como del epicarpio de la piña, se consideró elaborar galletas ya que estas constituyen uno de los productos más versátiles de consumo masivo, debido a la alta aceptabilidad que tiene en todas las edades. Para asegurar que el contenido de hierro, zinc y fibra que aporta el jengibre y el epicarpio de piña son significativos después del proceso del deshidratado y horneado se determinó la estabilidad térmica de los mismos evaluando las muestras de galletas antes y después del horneado.

La harina de jengibre y epicarpio de piña presentan simplicidad al preparar y además tiene características favorables para la pastelería y se puede usar junto con harina de trigo para aumentar el valor nutricional de las galletas.

La fibra de piña tiene actividad antioxidante, además presenta propiedades de sabor y color neutro lo que la hace apropiada para mejorar la aceptabilidad de un producto, en el caso de la galleta ayudó a enmascarar el sabor picante del jengibre.

El aporte de fibra del jengibre y epicarpio de piña generan importancia en esta investigación, ya que al consumir alimentos con baja o nula cantidad de fibra provocan varias enfermedades intestinales como colon irritable, diverticulosis, entre otras, aumentando los índices de pacientes con problemas gástricos, según la Asociación de Cirujanos de Colon y Recto de Guatemala.

No existen muchas investigaciones sobre el aprovechamiento del jengibre y del epicarpio de piña como agente nutricional, por lo cual esta investigación adquiere interés en el área de salud y nutrición del país. Los resultados determinaron que al usar harina de jengibre con epicarpio de piña sustituyendo parcialmente un porcentaje de harina de trigo, en una formulación de galleta se conserva el contenido de hierro, zinc y fibra, después de un proceso térmico, pero las pérdidas en el horneado sí presentan diferencia estadística.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Minerales

Son sustancias inorgánicas, necesarias en el organismo para mantener y regular la mayoría de las funciones, están presentes en los fluidos corporales, forman parte de la estructura de muchos tejidos, son constituyentes de huesos, hormonas, y mantienen la presión osmótica. Los principales minerales en el cuerpo humano son: calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre, magnesio, manganeso, hierro, yodo, flúor, zinc, cobalto y selenio. Hay otros elementos llamados trazas que también participan en la nutrición, el cobalto, el cobre, el magnesio, el manganeso y el selenio. Algunos son dañinos como el plomo y el mercurio, debido a su toxicidad (Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, 2002, 109).

6.1.1 Deficiencias en vitaminas y minerales

Las causas principales por deficiencia de vitaminas y minerales son: (Illera et al., 2000, 23)

1. Ingestión inadecuada en cantidad y calidad.
2. Problemas digestivos o metabólicos.
3. Aumento de las necesidades debido a periodos de crecimiento, embarazo, entre otras.
4. Enfermedades diversas que requieren de medicamentos que alteran el metabolismo de las vitaminas. A pesar de que los requerimientos de vitaminas y minerales necesarios para el funcionamiento normal del cuerpo son relativamente pequeños, él por sí mismo no es capaz de sintetizar la mayor parte de ellos (Challem y Brown, 2007, 176), lo que hace necesario un consumo balanceado de alimentos que en ocasiones no se obtiene, ya sea por una mala educación, cultura o falta de recursos. (ver anexo, tabla 1, pág. 73)

Los minerales, intervienen en el crecimiento saludable de los niños, son componentes de hormonas, tejidos, huesos, y participan en muchas funciones en el organismo (Pehrsson et al., 2014, 66). Una mala alimentación puede generar problemas como deficiencias nutricionales

principalmente en vitaminas y minerales (ver anexo, gráfica 1, pág. 73). Cuando esto se presenta es necesario tener precaución con la forma en la que se pretende solucionar situaciones de este tipo, ya que cuando se produce un alimento con la intención de contrarrestar estos efectos, en ocasiones no se tiene en cuenta la ingesta de otros alimentos que contengan alguna porción significativa de los nutrientes; lo que puede resultar peligroso, pues el consumo excesivo de vitaminas genera una hipervitaminosis (Tanumihardjo, 2015, 398) que a su vez causa trastornos en el organismo. La relación que tienen las vitaminas y minerales con el bienestar y la salud del ser humano se ha venido estudiando durante muchos años, se ha determinado una ingesta mínima, para lograr el funcionamiento normal del organismo (FEN, 2013,145).

6.1.2 Tecnologías encaminadas a la protección de vitaminas y minerales en los procesos de los alimentos

La demanda de productos con alto valor nutricional está aumentando en el mercado, lo que obliga a la industria a proveer alimentos enriquecidos o fortificados. Se hace necesario encontrar nuevas tecnologías que permitan la protección de los nutrientes agregados y que adicionalmente impidan que se afecte la calidad sensorial del producto (Marsanasco, Márquez, Wagner, Alonso, y Chiaramoni, 2011, 3039; Champagne y Fustier, 2007, 184; Ozdemir y Gokmen, 2015, 204). Además, es importante analizar la matriz en la que se van a adicionar las vitaminas y minerales, ya que el alimento debe tener características que permitan clasificarlo como saludable. Hay estudios que demuestran que existe una mala percepción en las personas sobre las combinaciones de grasa, sal y azúcar con las vitaminas (Oakes, 2005, 111); por tanto, se debe tener cuidado al elegir lo se quiere fortificar o enriquecer. Sería adecuado que la transmisión de micronutrientes se hiciera a través de alimentos considerados saludables, que además de proporcionar macronutrientes, puedan proveer micronutrientes y prevenir sus deficiencias en la población (Gahruie, Eskandari, Mesbahi y Hanifpour, 2015,1).

Las industrias de alimentos tienen la obligación de informar explícitamente sobre el contenido nutricional del alimento que produce, específicamente cuando en éste se declaran características como la fortificación. Sin embargo, se ha encontrado que, en el caso de los minerales presentes, los valores reportados son más cercanos a los valores reales, que los reportados para las

vitaminas (Pehrsson et al., 2014, 66). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2002) es importante que la industria revise algunos ítems relevantes previo al desarrollo de alimentos fortificados, entre los cuales están:

- Carencia comprobada de micronutrientes en la población
- Amplio consumo del alimento por fortificar entre la población expuesta a riesgo.
- Conveniencia del alimento y el nutriente en conjunto.
- Número limitado de fabricantes del alimento.
- Precio del alimento.
- Nivel de consumo del alimento.
- Legislación.

6.1.3 Inconvenientes a nivel industrial para la conservación de vitaminas y minerales en las etapas de procesamiento

La industria, con la idea de hacerle frente a los problemas de desnutrición y crear alimentos más saludables, que además generen un factor económico mayor, opta por enriquecer o fortificar con vitaminas y minerales los productos que elabora. Sin embargo, esto es un reto, ya que se encuentran inconvenientes durante el proceso productivo que están ligados a diferentes factores como la temperatura, el oxígeno, la luz, filtraciones, altas presiones, medios acuosos o componentes lipídicos, empaque final, entre otros, que pueden afectar la estabilidad de los nutrientes. A continuación, se describen algunos inconvenientes de forma más específica:

1. La interacción de las vitaminas y los minerales con diversas matrices puede afectar su disponibilidad en el alimento y su absorción en el organismo. Por ejemplo, cuando el alimento se somete a procesos de inmersión, ya sea en agua o aceites, se produce un fenómeno de migración de los componentes afines que generan una pérdida adicional de los nutrientes (Hosseini et al., 2014, 86).

2. La extrusión ha sido un método empleado para procesar cereales de diferentes formas y tamaños, utilizados ampliamente como alimentos para el desayuno. Sin embargo, se ve afectado el valor nutricional debido a las altas temperaturas necesarias en el proceso, el efecto más

marcado se observa en las vitaminas, especialmente las del complejo B (Athar et al., 2006, 379; Tiwari y Cummins, 2009, 511; Ibanoglu, Ainsworth y Hayes, 1996, 141; Brennan, C., Brennan, M., Derbyshire y Tiwari, 2011, 570).

3. Métodos de cocción como hornear, hervir, freír y calentar en horno microondas afectan negativamente el contenido de vitaminas y minerales, debido al uso de altas temperaturas y contacto del alimento con otros componentes como el agua y el aceite que hacen que migren los nutrientes desde el alimento hacia ellos de acuerdo a su afinidad (Hosseini et al., 2014, 86).

4. La exposición a la luz y al oxígeno debido a un empaque deficiente de un alimento genera pérdida de nutrientes ya que la luz degrada las vitaminas fotosensibles y el oxígeno las somete a procesos de oxidación, impidiendo que lleguen activas al consumidor final y cumplan su función (Bacigalupi et al., 2015, 256).

6.1.4 Horneado

El horneado es un método que ejerce cambios desiguales en el contenido de nutrientes de frutas y hortalizas. A diferencia del hervido, en el horneado no se produce un proceso de lixiviación, aunque sí pueden perderse nutrientes a través de los jugos desprendidos. Las temperaturas suelen ser altas, del orden de 180-220 °C, aunque en el caso de frutas y hortalizas, debido a su alto contenido de agua, no llegan a superarse los 90-95 °C. La transferencia de calor es importante y esto afecta a los nutrientes sensibles al calor, especialmente a las vitaminas. Las pérdidas de minerales tienden a ser mínimas, especialmente cuando la formulación permite aprovechar los jugos desprendidos. Sin embargo, las pérdidas de vitaminas pueden llegar a ser importantes si se produce una alta transferencia de calor. La cantidad de calor transferido al alimento dependerá, lógicamente, tanto del tiempo que dure el proceso como de su temperatura, así como la naturaleza, tamaño y forma del alimento.

En general, las frutas y hortalizas son pobres conductores del calor de manera que mientras el exterior puede estar muy caliente, el interior está a una temperatura considerablemente más baja. En conclusión, para evitar pérdidas importantes de nutrientes en el horneado debe haber un control adecuado de tiempo y temperatura, siendo mejor temperaturas altas y tiempos cortos que

viceversa. Asimismo, debe evitarse cortar las frutas y hortalizas en trozos pequeños y que ofrezcan una elevada relación superficie/volumen.

- Esta técnica aumenta la digestibilidad de las proteínas.
- En la superficie de los alimentos aparece una costra donde hay pérdidas de proteínas -debidas a la reacción de Maillard- y vitaminas termolábiles.
- En el caso del horneado del pan, aumenta el contenido de vitaminas del grupo B, por la acción fermentativa de las levaduras (Gil A, 2010)

• **Reacción de Maillard**

Si las proteínas que sufren el tratamiento térmico se encuentran en presencia de hidratos de carbono (sobre todo los azúcares reductores), se produce la reacción de Maillard también denominada reacción de pardeamiento no enzimático tiene lugar entre los grupos amino de los aminoácidos proteínas y los azúcares reductores o no carbohidratos. Ambas reacciones, tienen lugar en algunos procesos tecnológicos como la deshidratación, la pasteurización o concentración y horneado, siendo responsables de algunos deterioros que sufren los alimentos en el procesado y almacenamiento.

Algunos de los factores implicados en la reacción de Maillard son los siguientes:

1. Tipo de azúcares y aminoácidos que intervienen en la reacción

Los azúcares presentan distinta reactividad, así los monosacáridos presentan mayor reactividad que los disacáridos y oligosacáridos, las aldosas (galactosa, glucosa) mayor a que las hexosas (frutosa), etc. Respecto a los aminoácidos, en general influyen en los aminoácidos básicos, aunque el que presenta mayor reactividad es la lisina, debido a que su grupo amino reacciona con el grupo carbonilo del azúcar. Esta reacción genera un enlace que no puede ser digerido por las enzimas digestivas, por lo que este aminoácido no se encuentra disponible y se reduce así el valor nutritivo de la proteína.

2. Temperatura

Las temperaturas altas aceleran los efectos negativos de la reacción de Maillard. En cambio, cuando es moderada, apenas se producen pérdidas de nutrientes, pero si la temperatura es extrema, puede disminuir gran parte del valor nutritivo del alimento.

3. pH

Conforme aumenta el valor del pH (de 3 hasta 8), la reacción de Maillard se acentúa en lo que respecta a la intensidad de la misma. A continuación, se describen algunos ejemplos:

- Alimentos como los cereales, la leche, la carne, el pescado o los huevos, que presentan un pH entre 6 y 8, favorecen el desarrollo de esta reacción.
- En los zumos de frutas que tengan un pH entre 2,5 y 3,5, la reacción de Maillard prácticamente no se da. No obstante, en algunos de los procesos tecnológicos a los que se someten, la reducción de vitamina C y la caramelización de los azúcares, pueden provocar pardeamiento.

4. Actividad de agua (aw)

La actividad de agua del alimento influye en la reacción de Maillard, aumentando en consecuencia la velocidad de la misma, a medida que aumenta la actividad de agua, hasta llegar a un nivel máximo -0,6 a 0,7. A partir de este valor se invierte este proceso, disminuyendo la velocidad de la reacción.

Por tanto, para ralentizar la reacción de Maillard en los alimentos, es importante:

- Reducir la concentración de azúcares reductores.
- Disminuir la intensidad del tratamiento térmico, reduciendo la temperatura y el tiempo, descendiendo el pH e incrementado la humedad del producto (Mataix Verdú J., 2005)

6.1.5 Estabilidad de minerales en alimentos

Los minerales se caracterizan por ser bastante estables a los distintos tratamientos utilizados en los alimentos. Sin embargo, existen interacciones entre distintos elementos y algunos nutrientes como las proteínas y la fibra dietética, que pueden reducir la biodisponibilidad de algunos minerales como el calcio, el hierro, el magnesio o el cinc. Esto puede ocurrir en algunos procesos culinarios como la extrusión, el horneado o los procesos fermentativos, que permiten que las enzimas fitasas hidrolicen los fitatos presentes en los cereales y dificulten la reacción con los minerales, por lo que aumenta la biodisponibilidad de estos.

Los procesos de lavado, también reducen el contenido de los minerales mediante lixiviación. La molienda de los cereales, unido a la separación del salvado, también produce pérdidas de algunos minerales. Los procesos de cocción y hervido en los alimentos producen una reducción de algunos minerales debido a que se forman fitatos.

La esterilización de algunos alimentos puede provocar la precipitación de ciertos minerales y en los procesos de fritura, se pueden producir pérdidas nutritivas de yodo. (Dapcich V, 2004)

- **Estabilidad de Hierro en el procesamiento de alimentos**

- **Estabilidad:** los principales problemas asociados a la fortificación con las sales de hierro son: la reactividad química, incompatibilidad con otros componentes que resulta en una reducción de la biodisponibilidad del mismo, estabilidad en condiciones de procesamiento y almacenamiento (Shipashree, Arora, Sharma, Kumar y Tomar, 2016, 800).
- **Sensorial:** cualquier forma de hierro es un pro-oxidante que puede causar cambios a nivel sensorial debido a la formación de compuestos diferentes a los del alimento, que pueden provocar sabores indeseables y reducir la vida útil del producto (Aleman et al., 2015, 567). En productos como el pan, la adición de hierro puede afectar la aceptación sensorial del mismo por los consumidores, en especial sabor y color. Es de gran importancia realizar estudios previos sobre la afectación que tiene el hierro en las características del producto antes de proceder, ya que de los diferentes compuestos de hierro puede encontrarse el más adecuado (Kiskini et al., 2007, 309).

- **Estabilidad de Zinc en el procesamiento de alimentos**

- **Estabilidad:** los cereales, las harinas y los productos alimenticios derivados de ellos, son los vehículos más frecuentemente utilizados en la fortificación de minerales como hierro y zinc. En cuanto a los patrones dietarios, procesos como la fermentación y germinación presentan un factor positivo (CESNI, 2001). Se ha reportado que la fermentación del pan reduce el contenido del ácido fítico ocasionando así un aumento en la biodisponibilidad del mineral (Carmen, 1999).
- **Sensorial:** El zinc y el hierro pueden impartir un sabor metálico y persistente al producto final. El zinc confiere un sabor ligeramente amargo y agrio.

6.1.6 Hierro

La carencia de hierro es una causa muy común de enfermedad en todas partes del mundo, en el Norte y en el Sur. El contenido promedio de hierro en un adulto sano es solamente de 3 a 4 g, aunque esta cantidad relativamente pequeña es vital.

- **Propiedades y funciones**

La mayor parte del hierro corporal está presente en los glóbulos rojos, sobre todo como componente de la hemoglobina. Gran parte del resto se encuentra en la mioglobina, compuesto que se halla por lo general en los músculos, y como ferritina que es el hierro almacenado, de modo especial en hígado, bazo y médula ósea. Hay pequeñas cantidades adicionales ligadas a la proteína en el plasma sanguíneo y en las enzimas respiratorias.

La principal función biológica del hierro es el transporte de oxígeno a varios sitios del cuerpo. La hemoglobina en los eritrocitos es el pigmento que lleva el oxígeno de los pulmones a los tejidos. La mioglobina, en el tejido muscular del esqueleto y el corazón, capta el oxígeno de la hemoglobina. El hierro también está en la peroxidasa, la catalasa y los citocromos.

Debido a que el hierro se conserva, las necesidades nutricionales de las mujeres postmenopáusicas y los varones sanos son muy pequeñas. Las mujeres en edad fértil, sin embargo, deben reemplazar el hierro perdido durante la menstruación y el parto y deben satisfacer las necesidades adicionales del embarazo y la lactancia. Los niños tienen relativamente necesidades altas debido a su rápido crecimiento, que compromete aumentos no sólo en el tamaño corporal sino, además, en el volumen sanguíneo.

- Fuentes alimentarias

El hierro se encuentra en una variedad de alimentos de origen vegetal y animal. Las fuentes de alimentos ricos incluyen carne (especialmente hígado), pescado, huevos, legumbres (incluyen una variedad de frijoles, arvejas y otras leguminosas) y hortalizas de hoja verde. Los granos de cereales, como maíz, arroz y trigo, contienen cantidades moderadas de hierro, pero debido a que éstos con frecuencia son alimentos básicos que se consumen en grandes cantidades, suministran la mayor parte del hierro para muchas personas en los países en desarrollo.

- Absorción y utilización

La absorción del hierro se lleva a cabo sobre todo en la porción superior del intestino delgado. La mayoría del hierro entra al torrente circulatorio directamente y no a través del sistema linfático. La evidencia indica que la demanda fisiológica regula, hasta cierto punto, la absorción. Las personas que tienen carencia de hierro, tienden a absorber hierro más eficientemente y en mayores cantidades que las personas normales.

Las personas sanas normalmente absorben sólo de cinco a diez por ciento del hierro de sus alimentos, mientras que las personas con carencia de hierro pueden absorber el doble de esa cantidad. Por lo tanto, en una dieta que suministra 15 mg de hierro, una persona normal absorbería de 0,75 a 1,5 mg de hierro, pero la persona con carencia de hierro absorbería hasta 3 mg. La absorción de hierro casi siempre aumenta durante el crecimiento y el embarazo, después de una hemorragia y en otras condiciones en las que la demanda de hierro es mayor.

- Necesidades

Las necesidades dietéticas de hierro son casi diez veces los requerimientos fisiológicos corporales. Si un hombre o una mujer post-menopáusica normalmente sanos, requieren 1 mg de hierro por día, debido a las pérdidas de hierro, las necesidades dietéticas son alrededor de 10 mg por día. Esta recomendación permite un buen margen de seguridad, pues la absorción aumenta con la necesidad (ver anexo, gráfica 2, pág. 74).

- Estados de carencia

El hierro en los alimentos se absorbe pobremente y no se excreta con facilidad a la orina o al tracto gastrointestinal; por lo tanto, una grave carencia de hierro se asocia casi siempre con una mayor necesidad de hierro resultante de condiciones como embarazo, pérdida de sangre o expansión de la masa corporal total durante el crecimiento. La carencia de hierro es más común en niños pequeños, en mujeres en edad fértil y en personas con pérdida sanguínea crónica. El resultado final de la carencia de hierro es la anemia (FAO, 1992).

6.1.6 Zinc

El zinc es un elemento esencial en la nutrición humana y su importancia para la salud ha recibido mucha atención recientemente. Se encuentra en muchas enzimas importantes y esenciales para el metabolismo. El cuerpo de un adulto humano sano contiene de 2 a 3 g de zinc y necesita alrededor de 15 mg de zinc dietético por día. La mayoría del zinc en el cuerpo se halla en el esqueleto, pero otros tejidos (como la piel y el cabello) y algunos órganos (sobre todo la próstata) tienen altas concentraciones.

- Fuentes dietéticas

El zinc se encuentra en la mayoría de los alimentos de origen vegetal y animal, pero las fuentes más ricas tienden a ser alimentos ricos en proteínas, como la carne, alimentos de mar y huevos. En los países en desarrollo, sin embargo, donde casi todas las personas consumen relativamente pequeñas cantidades de estos alimentos, la mayoría del zinc proviene de los granos de cereal y de las legumbres.

- Absorción y utilización

Como ocurre con el hierro, la absorción del zinc de la dieta se puede inhibir por constituyentes de los alimentos como fitatos, oxalatos y taninos. Sin embargo, no se conocen pruebas sencillas para determinar el estado del zinc en el ser humano.

Por otro lado, investigaciones realizadas por la FAO en la actualidad, demuestran que la carencia de zinc es causa del crecimiento defectuoso, de la reducción del apetito y otros problemas; de esta forma, la carencia de zinc puede contribuir sobre todo a lo que se denomina ahora malnutrición proteinoenergética (MPE). (ver anexo, gráfica 2, página 74)

La carencia de zinc es responsable de una enfermedad congénita rara conocida como acrodermatitis enteropática que responde a la terapia con zinc. Algunos pacientes que reciben todos sus nutrientes por vía endovenosa desarrollan lesiones en la piel que también responden al tratamiento de zinc. La carencia de zinc también se ha descrito como secundaria, o como parte de otras condiciones como MPE, diversos problemas de malabsorción, alcoholismo incluyendo cirrosis hepática, enfermedades renales y desórdenes metabólicos. (FAO, 1992).

6.2 Fibra

La AACC (Asociación Americana de Química Clínica), define a la fibra dietética como parte comestible de las plantas celulares o carbohidratos análogos, son macromoléculas resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado del humano con una fermentación completa o parcial del intestino grueso. La fibra dietética incluye, polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de la planta; promueve efectos fisiológicos benéficos incluyendo laxación, atenuación del colesterol y de la glucosa en la sangre (Sánchez, 2005). (ver anexo, gráfica 4, página 75)

Posee efectos preventivos contra determinadas enfermedades cardiovasculares y ayuda a mejorar la función gastrointestinal. La fibra dietaria obtenida principalmente de las cortezas de las frutas, consta de polisacáridos estructurales (celulosa, hemicelulosa, pectinas, rafinosa y estafinosa), polisacáridos no estructurales (gomas y mucílagos), sustancias estructurales no polisacáridas (lignina) y de otras sustancias como cutinas, taninos y suberina (Gutiérrez, 2002).

Los valores de fibra cruda no tienen relación con el verdadero valor de fibra dietética de los alimentos humanos. Los valores de fibra dietética generalmente son tres a cinco veces mayores que los valores de fibra cruda, pero no puede hacerse un factor de corrección porque la relación entre fibra cruda y la fibra dietética varía dependiendo de los componentes químicos (Pak, 2000).

Es necesario hacer una clara distinción entre la fibra cruda y la fibra dietética. La primera es la que se consigna generalmente en las tablas de composición de los alimentos, y se determina analíticamente sometiendo los productos a un tratamiento en caliente con ácido sulfúrico y luego con hidróxido de sodio; en estas condiciones se pierde una fracción importante de polisacáridos que sí se incluye en la fibra dietética ya que dado el tratamiento tan fuerte a que se someten los alimentos, se disuelven muchos componentes de la fibra; es decir, la fibra cruda normalmente es menor que la dietética, ya que esta última representa el contenido total de los polímeros antes indicados.

Según la AACC la ausencia de fibra en la dieta provoca diversos problemas de salud, tales como constipación, diverticulosis, colitis, hemorroides, cáncer en el colon y en el recto, diabetes mellitus, aterosclerosis y otros. Su función principal es que tiene la capacidad de hincharse al absorber agua y, por lo tanto, de aumentar el volumen de la materia fecal; esto provoca un incremento en los movimientos peristálticos del intestino y facilita el tránsito, la distensión intestinal y, consecuentemente, la defecación; es decir, su acción primaria se lleva a cabo precisamente en el colon del ser humano. (ver anexo, gráficas 5, página 75)

Esta situación provoca que se incremente la viscosidad, se reduzca el tiempo de residencia de los constituyentes del alimento en el intestino, y que sólo las moléculas fácilmente absorbibles atraviesen la pared intestinal; aquellas sustancias irritantes, dañinas y tóxicas (las cancerígenas), que generalmente requieren más tiempo para entrar al sistema linfático, no tienen oportunidad de hacerlo y se eliminan en las heces. Para un mejor aprovechamiento de estas bondades, el consumo de la fibra debe ir acompañado de una ingestión adecuada de agua, a fin de favorecer la producción de las heces. No todas las fibras presentan las mismas propiedades; algunas son hipoglucémicas (reducen el contenido de glucosa en la sangre) y otras son hiperglucémicas; lo mismo ocurre con su acción hipocolesterolémica (Dergal, 2006).

6.2.1 Clasificación

De acuerdo a la capacidad de retener agua se clasifican en fibra soluble y fibra insoluble, soluble porque forma soluciones viscosas de gran volumen, constituye un sustrato altamente fermentable para la flora bacteriana; insoluble, se caracteriza por su escasa capacidad para formar soluciones viscosas y baja fermentabilidad (Angarita *et al.*, 2009).

La fibra dietética total (FDT) es el término analítico utilizado para cuantificar la fibra dietética, la cual incluye fibra dietética insoluble (FDI) y fibra dietética soluble (FDS). La fibra insoluble se compone fundamentalmente de fragmentos de las paredes celulares que contienen celulosa, lignina y hemicelulosa. La fibra soluble por su lado contiene, mayoritariamente polisacáridos no-celulósicos tales como pectina, gomas y mucílago. Cerca del 75% de la fibra dietética en los alimentos está presente en la forma de fibra insoluble, sin embargo, la mayoría de las fuentes de fibra en la actualidad son mezclas de ambas fibras, insolubles y soluble (Córdoba, 2005).

Una fracción de la fibra soluble experimenta una menor digestión en el intestino delgado y otra mayor fracción es fermentada por las bacterias en el colon. Por esta razón son llamadas fibras solubles, la fibra insoluble no se absorben en el intestino delgado y por tanto no proporcionan calorías en la dieta (Andari, 2009).

6.2.2 Componentes de la fibra dietética

Forman parte de la FD convencional componentes estructurales de la pared de las células vegetales: celulosa, hemicelulosa, sustancias pécticas y lignina y no estructurales, como gomas, mucílagos, polisacáridos de algas y celulosa modificada. Se puede clasificar a la fibra de acuerdo a su solubilidad en agua en fibra insoluble (FI) (celulosa, gran parte de hemicelulosas y lignina) y soluble (FS) (pectinas, gomas, mucílagos, ciertas hemicelulosas, polisacáridos de algas y celulosa modificada) (Pak, 1997).

La fibra insoluble está compuesta fundamentalmente de fragmentos de las paredes celulares que contienen celulosa, hemicelulosas (Arabinoxilanos y Arabinogalactanos) y ligninas (Priego, 2007). Este tipo de fibra se pueden encontrar mayormente en verduras, cereales, leguminosas y en frutas (Zúñiga, 2005). Tiene efecto laxante y no son fermentables o lo son muy escasamente (Gómez *et al.*, 2003).

6.2.3 Propiedades funcionales fisiológicas de la fibra dietaria

- **Capacidad de retención de agua (CRa)**

La CRa expresa la máxima cantidad de agua en ml, que puede ser retenida por gramo de material seco, esta propiedad depende el efecto fisiológico de la fibra y el nivel máximo de incorporación a un alimento. (Díaz *et al.*, 2011. Entre los factores que influyen en la capacidad de retención de agua en la fibra, se encuentran el tamaño de la partícula, el pH y la fuerza iónica. Esta propiedad confiere un efecto de frescura y suavidad en productos horneados (Pire *et al.*, 2010).

- **Capacidad de retención de aceite**

La capacidad de retención de aceite, es la máxima cantidad de aceite en ml, que pueda ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de aceite bajo la acción de fuerza. Las partículas con gran superficie presentan mayor capacidad para absorber y atrapar componentes de naturaleza aceitosa; la grasa es atrapada en la superficie de la fibra principal por medios mecánicos (Peraza, 2000).

- **Capacidad de hinchamiento (Ch)**

Se refiere a la capacidad del producto para aumentar su volumen en presencia de exceso de agua. Esta propiedad es influenciada por la cantidad de componentes, porosidad y tamaño de la partícula de la fibra (Baena *et al.*, 2012).

6.2.4 Utilización de epicarpio para obtención de fibra

En la exploración de nuevas fuentes de fibra a partir de frutos y residuos (epicarpio y bagazos) se ha llegado al desarrollo de procedimientos para su obtención y conservación que incluyen el lavado, trituración o despulpado, secado, molienda y envasado; para su posible aplicación como ingredientes funcionales en la elaboración de productos alimenticios (Nacameh, 2009), el

epicarpio tiene mas aplicabilidad como integrante adicional al producto principal por poseer elementos más interesantes en cuanto a textura y sabor, en los últimos años se ha preferido adicionar epicarpio o residuos en general en forma deshidratada molida a productos principales; como por ejemplo son los de obtención de fibra dietética a partir de residuos de frutas y algunas leguminosas (Cerezal y Duarte, 2005).

- Epicarpio de piña

El epicarpio o cáscara de piña corresponde al 19% de la fruta fresca (Alfaro *et al.*, 1992). Este desecho está formado principalmente por lignina, celulosa, hemicelulosa, polímeros naturales presentes en los materiales vegetales (Sibaja, 1988).

Se han encontrado elevados contenidos de fibra en algunas frutas tropicales como la piña (20%), en las cáscaras de piña se han encontrado valores de fibra dietética de 70,6 % asociado a un elevado contenido de mirecitina principal antioxidante encontrada en este subproducto (Ramírez *et al.*, 2009). Chávez *et al.*, (2009), reportó un contenido en fibra de 44,92% en cáscara de piña.

La FD de la piña tiene actividad antioxidante, presenta propiedades de sabor y color neutro, lo que la hace apropiada para mejorar la aceptabilidad de un producto cuando es usada como suplemento de fibra dietética, varios autores identificaron que los subproductos de la piña son buena fuente de fibra dietética (>20% FD total), al tener un alto grado de FDI.

6.2.5 Aplicación de fibra dietaria en la industria alimentaria.

Las fibras dietéticas pueden proporcionar una multitud de propiedades funcionales cuando se incorporan en los sistemas alimentarios. Además, contribuye a la modificación y mejora de la textura, las características sensoriales y la vida útil de los alimentos debido a su capacidad de absorción de agua, la capacidad de formación de gel, sustituto de grasa, antiadherente, contra la formación de grumos, de texturización y efectos espesantes (Dello Staffolo, Bertola, Martino, y Bevukaqqua, 2004; Gelroth & Ranhotra, 2001; Thebaudin et al, 1997).

Desde una perspectiva de la funcionalidad, la fibra proveniente de cítricos puede desempeñar una serie de funciones, puede ser utilizado como una herramienta para mejorar la textura, como un agente de carga en aplicaciones de reducción de azúcar, para controlar la humedad en la

sustitución de grasa, para añadir color, y como antioxidante natural (Viuda-Martos et al, 2010; Ramírez- Santiago et al., 2010). Entre los alimentos enriquecidos en fibra, los más conocidos y consumidos son el desayuno de cereales y productos de panadería tales como panes integrales y galletas (Cho & Prosky, 1999; Nelson, 2001; Rodríguez et al., 2006)

La adición de fibra dietaria a los productos de panadería que también mejora su calidad nutricional, ya que hace posible disminuir el contenido de grasa, mediante el uso de fibra dietaria como sustitutiva de la grasa sin pérdida de calidad (Byrne, 1997; Martin, 1999; Rodríguez et al., 2006). Componentes de fibra aislados tales como almidón resistente y β -glucanos también se utilizan para aumentar el contenido de fibra en bollería, cereales para el desayuno, etc. (Knuckles, Hudso, Chiu, & Sayre, 1997 Rodríguez et al, 2006).

- Estabilidad de la fibra durante el procesamiento de alimentos

La fibra dietética para uso en la industria alimentaria como aditivo, depende mucho de sus propiedades funcionales, como la capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite, capacidad de hinchamiento y el tamaño de la partícula, siendo la retención de agua quien determina el nivel óptimo de su uso (Sánchez *et al.*, 2011).

6.3 Deshidratación

Por deshidratación de alimentos se entiende la eliminación casi completa del agua que contienen estos, bajo ciertas condiciones como son temperatura, humedad y progresión del secado debidamente controlados por medio de la aplicación de corrientes de aire sobre el cuerpo o por otros métodos. El aire caliente es el método más usado y económico para efectuar la deshidratación de las hortalizas y otros vegetales (Potter, 1973).

La calidad de los alimentos es a menudo limitada por su textura y capacidad de rehidratación; además, las reacciones ocurridas durante el secado resultan en pérdida de nutrientes y otros cambios deteriorativos causados por oscurecimientos no enzimáticos (Fennema, 1973).

Cualquiera que sea el método de secado empleado, la deshidratación de un alimento consta de dos etapas: 1) la introducción de calor al producto; y 2) la extracción de humedad del producto; o sea es la combinación de las operaciones de transferencia de calor y transferencia de masa. Al deshidratar los alimentos se procura obtener la velocidad máxima en el secado, controlando varios aspectos como el área superficial, el tiempo, la temperatura, entre otros.

6.3.1 Área superficial de alimentos

Generalmente se subdivide el alimento a deshidratar en piezas pequeñas o capas delgadas a fin de acelerar la velocidad de secado, o sea se trata de exponer una mayor área superficial con lo que se facilita la transferencia de masa y calor.

Además, que las partículas pequeñas o capas delgadas reducen la distancia que el calor tiene que recorrer a fin de llegar a la superficie y escaparse (Potter, 1973).

6.3.2 Tiempo y temperatura

La mayoría de los métodos importantes de deshidratación de alimentos emplean calor. Dado que los componentes de los alimentos son sensibles al calor, es preciso encontrar un término medio entre la máxima velocidad de secado y el óptimo mantenimiento de la calidad en los alimentos.

En los procesos de secado que emplean temperaturas altas por períodos cortos, los alimentos son menos dañados que los alimentos sometidos a procesos de secado que emplean temperaturas más bajas por tiempos más largos. Varios procesos de secado pueden lograr la deshidratación en tiempos muy cortos, si el alimento se subdivide suficientemente (Potter, 1973).

6.3.3 Preparación de vegetales para su deshidratación

Los productos vegetales al ser deshidratados son sometidos a ciertas operaciones, tales como: lavado, cortado y escaldado.

- **Lavado**

El lavado se efectúa en tres etapas; la primera se realiza solamente con agua, la segunda y tercera etapa con agua clorada (aunque estas dos últimas generalmente no se efectúa en cualquier vegetal). El lavado se hace con el propósito de eliminar microorganismos como coliformes (Anónimo, 1987)

- **Cortado**

Se pueden realizar diferentes cortes tales como rodajas, cubitos, etc., para facilitar su deshidratación, ya que de esa manera se expone una mayor área superficial, que como se mencionó anteriormente, facilita la transferencia de calor y masa.

- **Escaldado**

El escaldado es un proceso térmico corto, a temperatura que van de 60 a 100 °C (según el tipo y la forma deseada del producto) aplicado a frutas y hortalizas antes de ser congeladas, deshidratadas o enlatadas (IFT, 1986; Lund, 1977). Los alimentos pueden ser escaldados exponiéndolos en agua hirviendo (°T de ebullición), vapor, aire caliente o con microondas, de aproximadamente uno a tres minutos, dependiendo de la naturaleza y del tamaño del producto (Steinbuch, 1984; IFT, 1986; Rosenberg y Bogl, 1987).

- **Efectos del escaldado**

Los tejidos vegetales son materiales vivos y manifiestan frescura dependiendo en gran cantidad de la ordenación estructural y composición química de la pared celular de los espacios intracelulares donde las sustancias péctidicas son las principales constituyentes. El calentamiento dado durante el escaldado ocasiona rompimiento de la célula y reducción de sustancias pectídicas y además causa cambios irreversibles en la estructura celular y en las características físicas del tejido vegetal (Katsaboxakis, 1985).

6.4 Taxonomía de la piña (*Ananas comosus*. (L) Merr)

De acuerdo con el Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados –SIOVM- de la CONABIO (2013), la piña (*Ananas comosus*) se inscribe, taxonómicamente, como sigue:

Tabla 1 Taxonomía de la piña

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Liliopsidae
ORDEN	Bromeliales
FAMILIA	Bromeliaceae
GÉNERO	Ananas Mill., 1754
ESPECIE	Comosus (L.) Merr., 1917

Fuente: CONABIO, 2013

6.4.1 Valor nutricional de la piña

La piña posee diferentes compuestos nutricionales que la convierten en una fruta completa. Es baja en calorías, pero posee minerales y vitaminas que son esenciales para una nutrición óptima.

Tabla 2 Valor nutricional de una porción de 100 gramos de piña
(*Ananas comosus (L.) Merr.*) fresca

Energía	50 Kilocalorías
Carbohidratos	13,52 g
Proteínas	0,54 g
Grasas Totales	0,12 g
Colesterol	0 mg
Fibra Dietética	1,40 g
Ácido Fólico(B9)	18 ug
Ácido Nicotínico (B3)	0,500 mg
Piridoxina (B6)	0,112 mg
Riboflavina (B2)	0,018 mg
Tiamina (B1)	0,079 mg
Vitamina A	58 mg
Vitamina C	47,8 mg
Vitamina E	0,02 mg
Vitamina K	0,07 mg
Sodio	1 mg
Potasio	109 mg
Calcio	13 mg
Cobre	0,0110 mg
Hierro	0,29 mg
Magnesio	12 mg
Manganeso	0,927 mg
Fósforo	8 mg
Selenio	0,1 ug
Zinc	0,12 mg
B-Carotenos	35 ug

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Base de Datos Nacional de Nutriente.

Algunos subproductos del procesamiento industrial de frutas han sido clasificados como fuentes de fibra. En epicarpio de piña se ha encontrado valores de fibra dietética de 70,6%, asociada a un elevado contenido de miricetina, principal polifenol identificado y que puede ser el responsable de la actividad antioxidante encontrada en este subproducto (Larrauri *et al.*, 1997) y un contenido importante de minerales destacando el potasio (2905 mg/100 g). Además, se le ha atribuido propiedades diuréticas y desinflamantes.

6.4.2 Cultura alimenticia de la piña e industrialización

Según la Dirección de Mercadeo y Agroindustria-Área Desarrollo de Producto la piña se comercializa tanto como fruta fresca como procesada, como por ejemplo la piña en rodajas enlatada. Para procesarla existen normas de calidad que se deben cumplir para obtener productos de aceptación en el mercado. Así, las plantas industriales pueden rechazar frutas magulladas, con corazón mal formado, con doble o triple corona. La porosidad debe ser mínima y la relación de grados Brix y acidez debe ser cercana a 20. El porcentaje de acidez puede estar alrededor de 75%. En promedio, el porcentaje de rendimiento de piña lista para procesar con respecto a piña entera, es de 45% a 55%. Los productos finales que se pueden obtener son los siguientes:

- Piña envasada, deshidratada
- Jugo
- Néctar
- Pulpa
- Pulpa concentrada congelada
- Pulpa aséptica
- Jugo concentrado congelado
- Jalea y mermelada
- Bocadillos
- Vinagre

6.4.3 Producción de piña en Guatemala

Según el MAGA el cultivo fue introducido alrededor de 1920 por una empresa alemana, siendo las variedades: sugar loaf o azucarona, Española roja y Cayena lisa las primeras en ser establecidas.

6.4.3.1 Departamentos productores de piña

- **Guatemala**

Aldea el Jocotillo en Villa Canales, con aproximadamente 800 hectáreas, con un rendimiento promedio de 40-50 TM/Ha.

- **Izabal**

En Puerto Barrios; aldeas Limones, Machacas, Entre Ríos, Manacas, Piedra Parada. En Livingston; aldeas San Marcos, El Milagro y los Ángeles. En Morales; aldeas San José y Nueva Esperanza con aproximadamente 220 hectáreas y un rendimiento promedio de 9 TM/Ha.

- **Santa Rosa**

En los municipios de Taxisco, Cuilapa, Barberena y Chiquimulilla con aproximadamente 30 Ha. y un rendimiento promedio de 30 TM/Ha.

- **Escuintla**

En los municipios de Guanagazapa, Santa Lucía, Managua y La Democracia con aproximadamente 220 Ha. y un rendimiento de 30-40 TM/Ha.

- **Retalhuleu**

Municipio de San Sebastián, con aproximadamente 30 has. Con un rendimiento de 30-40 TM/Ha.

6.5 Generalidades del jengibre

6.5.1 El jengibre

(*Zingiber officinale Roscoe*) es una hierba originaria de la India o Malasia, de hasta 1 m de altura, con rizomas subterráneos gruesos, que representan la parte comercial de la planta (Leal,

1997). Se usa como especia, en la preparación de bebidas, perfumería, por su aroma delicado y sabor ardiente y en farmacia por sus propiedades medicinales (Thomson, 1981; Pérez et al., 1996). Es conocido por su efecto antiinflamatorio y analgésico y aunado a esto actúa como antimicótico en animales y humanos (Batista et al., 2003).

Tabla 3 Clasificación sistemática del jengibre

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
SUBDIVISIÓN	Angiospermas
CLASE	Liliopsidae
ORDEN	(Zingiberales)
FAMILIA	Zingiberaceae
GÉNERO	Zingiber
ESPECIE	Officinale
NOMBRE CIENTÍFICO	Zingiber officinale Roscoe
NOMBRE COMÚN	Jengibre, Kion (solo en Perú).

Fuente: Rodríguez, 1981

De esta planta se conocen cuarenta géneros con 800 especies procedentes de África y Asia (Rodríguez, 1981).

6.5.2 Composición química de la planta

En la actualidad se conoce que la misma se debe a ciertos cetoalcoholes (gingeroles) relacionados con otras sustancias: shogaoles, paradoles y zingerona.

Además, presenta compuestos como:

•**Ácidos:** alfa-linolenico, linoleico, ascórbico, aspártico, cáprico, caprílico, gadoleico, glutamínico, mirístico, oleico, oxálico.

•**Aceites esenciales:** citral, citronelal, limoneno, canfeno, beta-bisolobeno, beta-cariofileno, beta-bisabolol, alfa-farneseno, alfacadineno, alfa-cadinol, beta-felandreno, beta-pineno, beta-sesquifelandreno, gamma-eudesmol.

•**Aminoácidos:** arginina, asparagina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, niacina, treonina, triptófano, tirosina, valina.

•**Minerales:** aluminio, boro, cromo, cobalto, manganeso, fósforo, silicio, zinc.

La familia de las *Zingiberáceas* comprende plantas con rizomas condimentarios y especies cuyas inflorescencias se utilizan en decoración floral. Cuatro especies se consumen tradicionalmente, las cuales son según Arvy y Gallouin(2007).

- **-Zingiber officinale R.** (muy aromática), la más utilizada como condimento.
- **-Zingiber mioga R.** (brotes jóvenes de sabor ardiente).
- **-Zingiber cassumunar R.** (sabor a pimienta).
- **-Zingiber zerumbet S.** (sabor amargo).

Tabla 4 Contenido de nutrientes minerales de rizoma de jengibre

Elemento	Cantidad
P (%)	0,14
K (%)	2,55
Ca (%)	0,24
Mg (%)	0,19
S (%)	0,14
Zn (ppm)	23
Cu (ppm)	9
Mn (ppm)	217
Fe (ppm)	167
B (ppm)	24

Fuente: Laboratorio de suelos, UNALM (2015)

6.5.3 Valor nutricional

Es una fuente rica en carbohidratos (71,62 g en 100 g de producto), además de fibra alimentaria, 9,94 g de agua, 8,98 g de proteínas, 4,24 g de grasa, y vitaminas del complejo B, micro elementos como Ca, Fe, Mg, Mn, K, P, Na y Zn.

Tabla 5 Valor nutritivo de Jengibre (*Zingiber Officinale*)

Energía 336 kcal 1404 Kj	
Carbohidratos	71,62 g
Azúcares	3,39 g
Fibra Alimentaria	14,1 g
Grasas	4,24 g
Proteínas	8,98 g
Agua	9,94 g
Cenizas	4,77
Tiamina (Vit. B1)	0,046 mg (4%)
Riboflavina (Vit. B2)	0,17 mg (11%)
Niacina (Vit. B3)	9,62 mg (64%)
Ácido Pantoténico (Vit.B5)	0,477 mg (10%)
Ácido Ascórbico	4,00 g
Vitamina B6	0,626 mg (48%)
Vitamina C	0,7 mg (1%)
Calcio	114 mg (11%)
Hierro	19,8 mg (15%)
Magnesio	214 mg (58%)
Manganeso	33,33 mg (16%)
Fósforo	168 mg (24%)
Potasio	1320 mg (28%)
Sodio	27 mg (2%)
Zinc	3,64 mg (36%)
Carotenos	88 ug/100 g

Fuente: Romero y Silva (2000)

6.5.4 Producción de jengibre en Guatemala

Según Agexport, Guatemala ha participado en la feria internacional agrícola mas importante del mundo: Fruit Logistica, realizada del seis al ocho de febrero de 2013 en Berlín, Alemania. En dicha feria participaron ocho empresas guatemaltecas, exportadoras de productos como arveja china, arveja dulce, arveja en grano, ejote francés, limon deshidratado, papaya, jengibre y pimienta negra, entre otros. Así mismo, por primera vez Guatemala participa con la presentación del limón meyer mayas

La participación de Guatemala en esta feria ha logrado que se comercialicen en Europa mini vegetales, moras, limones, coles de Bruselas, arvejas chinas, arvejas dulces, ejote francés, mangos y jengibre.

6.6 Composición de las harinas

Según Cenzano, (1993), las harinas son la materia básica para la preparación del pan, galletas, pastas alimenticias y otros. Se obtienen por molturación del trigo limpio u otros cereales y leguminosas. La harina, sin otro calificativo, se entiende siempre como procedente del trigo, el pan hecho de harina de trigo es el estándar cuando se miden aquellos panes hechos de harina diferente a la del trigo.

La harina de trigo panificable debe ser suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños de rancidez, moho, acidez, amargos o dulzor. Debe presentar una apariencia uniforme, sin puntos negros, libre de cualquier defecto, de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales.

6.6.1 Harina de trigo

Las harinas se clasifican de acuerdo al tipo de trigo del que se muelen. El trigo apropiado para la harina se puede clasificar de acuerdo al color de la superficie de la semilla, la estación en que se planta y si es dura o suave. Las variedades de trigo rojo; algunas suaves y otras duras, son las que predominan.

Las diferencias entre el trigo duro y suave se atribuían solamente a la mayor proporción de proteínas y almidón en el duro. Sin embargo, evidencias recientes indican que la dureza del trigo duro proviene de la mayor continuidad de la matriz de proteínas dentro de las células y los enlaces más firmes de los gránulos de almidón con esta matriz. Estas diferencias se observan en la estructura microscópica de las partículas de harina molidas, de los dos tipos de harina de trigo.

Tabla 6 Composición media de la harina de trigo (porción de 100 gramos)

Proximales	Porcentaje Presente
Humedad	11-14
Hidratos de Carbono	74-76
Proteínas	9-11
Grasas	1-2
Sales	1,5-2

Fuente: Cenzano, I. Madrid, J.M. Vicente. *Nuevo manual de industrias alimenticias*. AMV Ediciones. Año 1993. Madrid, España. Páginas 575.

6.7 Definición de galletas

Son productos alimenticios elaborados a base de una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, con adición a veces de azúcar, aromas, huevo, especias y otros, sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variado, caracterizado por su bajo contenido en humedad. El contenido de humedad presente en las galletas es un punto de control crítico, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 7 Porcentajes de humedad y cenizas presentes en galletas simples y rellenas

Tipo de galleta	Porcentaje de humedad	Porcentaje de cenizas
Galletas simples	6,0	1,5
Galletas rellenas	10,0	1,5

Fuente: Cenzano, I. A. Madrid, J.M. Vicente. *Nuevo manual de industrias alimenticias*. AMV Ediciones. Año 1993. Madrid, España. Páginas 575.

6.8 Análisis sensorial de los alimentos

Según Espinoza Mánfugas (2007), la evaluación sensorial es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos. Mediante esta evaluación pueden clasificarse las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, criterios estos que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismos. La evaluación sensorial es una disciplina utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a aquellas características de los alimentos, se utiliza para mejorar un producto, mantener la misma calidad, elaborar nuevos productos y en la investigación de mercados.

Mientras mayor sea el número de personas de un panel sensorial de entrenamiento, más probabilidad hay de que se nivelen las variaciones individuales.

Los grupos o paneles de catación sensorial pueden agruparse en tres tipos:

- Expertos bien entrenados: dan resultados más confiables, el número mínimo de evaluadores debe ser de cuatro a cinco.
- Paneles de laboratorio: son utilizados para el control de calidad, en la elaboración de productos y en su mejoramiento.
- Grandes paneles de consumidores: se utilizan para determinar la reacción del consumidor a los productos requieren de 50 personas como mínimo para su realización según estudios establecidos.

En general, se recomienda que las pruebas sean llevadas a cabo en un cuarto especial donde se controlen tantas variables como sea posible. Este cuarto debe estar separado, al área de preparación de muestras. Debe contar con aire acondicionado y estar libre de olores, ruido y distracciones.

6.8.1 Pruebas escalares

Según (Manfugas 2007) las pruebas escalares de tipo afectiva son las que se utilizan con el propósito de conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto, esto es en qué medida el mismo gusta o no. Estas pruebas tienen gran aplicación práctica, de manera general son fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtienen permiten tomar acciones importantes con relación a la venta del producto, posibles cambios en su formulación, etc.

- **Escala hedónica**

Las escalas hedónicas verbales recogen una lista de términos relacionados con el agrado o no del producto por parte del consumidor. Pueden ser de cinco a once puntos variando desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto y cuenta con un valor medio neutro, a fin de facilitar al juez la localización de un punto de indiferencia. En general cuando se emplean muchas descripciones se ha demostrado que, en vez de orientar al consumidor, más bien le origina confusión, de ahí que las más empleadas sean las escalas bipolares de 7 puntos.

Para analizar los datos obtenidos mediante esta prueba, se realiza una conversión de la escala verbal en numérica, esto es, se le asignan valores consecutivos a cada descripción, dichos valores pueden procesarse posteriormente a través del análisis estadístico, o simplemente llegar a una conclusión de la aceptación de los productos mediante el valor obtenido al calcular la media aritmética de la respuesta de los jueces para cada muestra y hacerlo coincidir con el término que corresponde con la descripción verbal.

/

- **Métodos de evaluación sensorial**

Ejemplo de ficha escala hedónica verbal.

Fecha _____

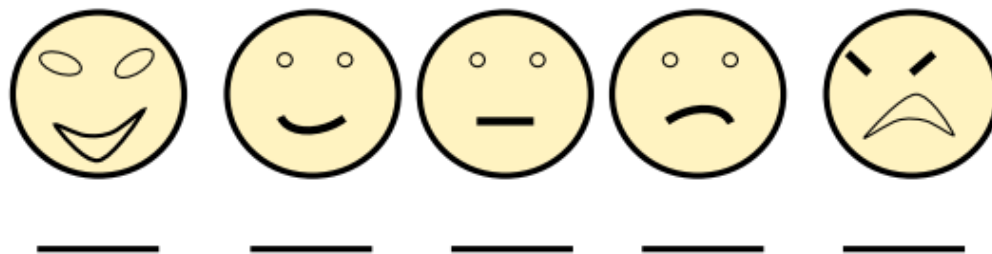
Para la muestra recibida de... marque con una (x) sobre la escala según su aceptación.

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 | Me gusta extremadamente |
| 2 | Me gusta mucho |
| 3 | Me gusta ligeramente |
| 4 | Ni me gusta ni me disgusta |
| 5 | Me disgusta ligeramente |
| 6 | Me disgusta mucho |
| 7 | Me disgusta extremadamente |

- **Escala hedónico facial**

La escala hedónica facial es de aplicación práctica cuando se emplean consumidores de bajo nivel cultural, en poblaciones rurales analfabetas o en las pruebas realizadas con poblaciones infantiles a los cuales se les dificulta la comprensión de escalas verbales. En este método sólo se presentan a los jueces caras con diferentes expresiones faciales, las cuales indican el nivel de agrado o afecto que se tiene por el producto evaluado. El número de caras que contempla la escala puede variar, pero generalmente estas oscilan entre 5 y 7, atendiendo al inconveniente ya explicado que presentan las escalas de un número de opciones mayor. Pueden evaluarse una o varias muestras al igual que en la escala hedónica verbal y el procedimiento de cálculo es similar.

Ejemplo de ficha, escala hedónica facial. Marque con una X debajo de la cara que Ud. pondría al consumir el producto.



Fuente: Manfugas, 2007

6.9 Análisis químico proximal

Existe un número considerable de técnicas analíticas para determinar una propiedad particular del alimento, es por eso que se vuelve necesario seleccionar la más apropiada para la aplicación específica. La técnica seleccionada dependerá de la propiedad que sea medida, del tipo de alimento a analizar y la razón de llevar a cabo el análisis.

Las determinaciones que se realizan más frecuentemente para conocer la composición de los alimentos; incluyen determinaciones de humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína total, fibra y carbohidratos asimilables; todos estos en un protocolo conocido como análisis proximal.

6.10 Análisis bromatológico

Según Espinoza Mánfugas (2007), la bromatología estudia los alimentos, su composición química, su acción en el organismo, su valor alimenticio y calórico, así como sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas y también adulterantes, contaminantes, etc. El análisis de los alimentos es un punto clave en todas las ciencias que estudian los alimentos, puesto que actúa en varios segmentos del control de calidad como el procesamiento y almacenamiento de los alimentos procesados.

Estos procedimientos revelan el valor nutritivo de un producto y como puede ser combinado de la mejor manera con otras materias primas para alcanzar el nivel deseado de los distintos componentes de una dieta. El análisis de alimentos es también importante para garantizar la calidad de productos formulados comercialmente, de esta forma el consumidor puede estar seguro de lo que ingiere, otra función del análisis de alimentos es la de detectar la posible presencia de sustancias indeseables que se encuentren presentes en los alimentos, las cuales pueden ser dañinas para la salud animal o humana, un claro ejemplo son las aflatoxinas producidas por los hongos, residuos de herbicidas o sus coadyuvantes, etc.

6.11 Análisis estadístico para pruebas de muestra simple de evaluación sensorial

Según Espinoza Mánfugas (2007), el análisis de la varianza, (Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario porque cuando se quiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la T de Student.

El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjunto de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los datos numéricos a comparar. Típicamente, el análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones.

El análisis de varianza es una prueba que permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales.

7. OBJETIVOS

7.1 General

Determinar la estabilidad térmica de hierro, zinc y fibra en galletas dulces elaboradas con harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña.

7.2 Específicos:

- Elaborar tres formulaciones de galletas con diferentes porcentajes de harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña.
- Determinar mediante un análisis químico proximal, el porcentaje de fibra y por medio de un análisis bromatológico el contenido de hierro y zinc presente en las tres formulaciones establecidas.
- Evaluar las características sensoriales de las galletas elaboradas, mediante un panel piloto por estudiantes que haya aprobado el curso de Evaluación Sensorial y docentes de la carrera de Ingeniería en Alimentos.
- Establecer por medio de panel de consumidores, la aceptabilidad de las formulaciones establecidas de las galletas, por los niños de sexto primaria de una escuela pública.
- Comparar los porcentajes de hierro, zinc y fibra de la galleta horneada, contra los porcentajes presentes en la pasta para galletas sin cocción, a través de análisis estadístico.

8. HIPÓTESIS

Las galletas dulces de harina de trigo fortificadas con harina de jengibre y epicarpio de piña, no conservan ningún porcentaje de hierro, zinc y fibra después del horneado.

9. RECURSOS

9.1 Humanos

- **Asesor Principal:** Dr. Marco Antonio del Cid Flores.
- **Asesor adjunto:** MSc. Angel Alfonso Solorzano.
- **Panelistas de laboratorio:** quince personas con conocimientos básicos de Evaluación Sensorial de Alimentos, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos.

9.2 Institucionales

- Centro Universitario de Suroccidente CUNSUROC, Mazatenango, Suchitepéquez.
- Planta Piloto Carrera de Ingeniería en Alimentos CUNSUROC-USAC.
- Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- Laboratorio de suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana" de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala

9.3 Físicos

- Biblioteca del Centro Universitario de Suroccidente.
- Laboratorio de Evaluación Sensorial de Planta Piloto de Ingeniería en Alimentos.

9.4 Económicos

- Los gastos fueron cubiertos por la tesista.

9.5 Materiales y equipos utilizados en la investigación

- Deshidratador eléctrico
- Molino de discos
- Cilindro de gas propano de 25 libras
- Horno convencional de aire forzado
- Bandejas de acero inoxidable
- Amasadora
- Balanza analítica
- Cristalería
- Cuchillos y ollas de acero inoxidable
- Mesa de acero inoxidable
- Empaque para presentación de harina (bolsa Ziploc de 1 libra)
- Tablas de cortar
- Bata
- Botas
- Guantes
- Mascarilla
- Redecilla
- Piña
- Jengibre
- Agua potable para limpieza
- Harina de trigo tradicional
- Harina de jengibre y epicarpio de piña
- Agua purificada
- Huevos
- Azúcar refinada
- Margarina
- Polvo para hornear
- Sal de cocina
- Leche

- Material y utensilios para evaluación sensorial

- Galletas elaboradas con harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre
- Agua purificada
- Vasos desechables
- Servilletas
- Boletas de registro
- Bolsa para basura
- Lapiceros negros
- Cubículos de evaluación sensorial

10. MARCO OPERATIVO

10.1 Descripción general del proceso de deshidratación para obtener harina de jengibre y epicarpio de piña

La cantidad de material que se deshidrató en total fue 7,3 kg de epicarpio de piña y 4,5 kg de jengibre. El producto a deshidratar se colocó en cada bandeja con una distancia considerable (1-2 cm) para no obstruir el paso del aire que se recircula dentro del equipo, también se evitó dejar una muestra sobre otra para facilitar el ciclo del proceso. Cuando el peso de cada bandeja con producto fue constante con una frecuencia de tres veces a cada hora el proceso de deshidratado terminó, obteniendo 1,5 kg de epicarpio de piña y 0,66 kg de jengibre. (Ver apéndice 17.7 y 17.8, págs. 98-99)

10.2 Proceso de elaboración de harina de epicarpio de piña

▪ Recepción de materia prima

Implicó el transporte de materia prima hasta el puesto de recepción, la cual fue en cajas o bandejas plásticas.

▪ Inspección de estado de materia prima

Constituye el control de calidad que se realiza a la materia prima después de la recepción, el cual se enfocó en evaluar el estado de la piel o epicarpio de la piña, puesto que esta es la materia prima de la producción. Las piñas con golpes o malformaciones en la cáscara fueron desechadas o utilizadas para otro tipo de proceso.

▪ Lavado de materia prima

Para la operación de lavado de piña se usaron cepillos manuales y un lavadero doméstico o casero.

- **Pelado/descorazonado de piña**

Constituye la separación del epicarpio y la pulpa de la piña, en este caso la materia prima principal es la cáscara, la dificultad de esta operación radica en la separación, puesto que la piña posee una forma espacial difícil de operar.

Este proceso se realizó con cuchillos tradicionales, siguiendo el contorno de la forma del producto, en este caso de la piña, siguiendo buenas prácticas de manufactura para garantizar la higiene e inocuidad del proceso.

- **Cortado de la materia prima**

Constituye el corte del epicarpio de piña en trozos más pequeños (4mm) para su mejor disposición en las siguientes etapas del proceso. Esta operación se realizó por método manual, utilizando un cuchillo tradicional.

- **Pesado**

Antes de someter las muestras a deshidratación, fue necesario controlar el peso inicial a través de una balanza semi-analítica, para identificar el rendimiento e identificar el peso constante de las muestras.

- **Deshidratado**

El objetivo de esta operación fue la reducción del porcentaje de humedad presente en el epicarpio de la piña, puesto que para la siguiente operación es necesario contar con materia seca con bajo contenido de humedad para un mejor desempeño. Para esta operación se utilizó un deshidratador eléctrico. La materia prima se coloca sobre una bandeja cuadrada de metal de 40 cm² El deshidratado duró un período de dieciséis horas.

- Siete horas a 55°C y
- Nueve horas a 53°C

- **Molido**

El mecanismo de esta operación comienza con el sólido avanzando por un ducto por acción de un tornillo sin fin, el sólido llega a un punto donde se proyecta radialmente hacia afuera entre dos discos que poseen convergencia radial, estando más separadas entre sí en el centro de rotación que en la periferia de los discos. Estos pueden estar arreglados de las siguientes formas: uno fijo y el otro móvil o bien los dos móviles en rotación opuesta.

- **Tamizado**

La separación de tamaño o forma de uno o más sólidos, se hizo por medio del tamizado. Existen tamices planos, fijos o vibrantes. Algunos también poseen grandes cedazos cilíndricos que estando inclinados rotan, y que en lugar de tener una pila de tamices de mayor a menor tienen una variedad de secciones en serie, de diferente tamaño de *mesh* o apertura de malla. En esta etapa se utilizó tamiz plano.

- **Almacenamiento**

Para almacenar la harina se utilizó un empaque hermético (bolsas ziploc) para mantener constante la humedad de la harina obtenida y proteger la integridad del producto obtenido.

10.3 Proceso de obtención de harina de jengibre

- **Recolección de la materia prima**

En esta operación se recolectaron los rizomas del jengibre y se realizó el descarte de zonas dañadas.

- **Lavado**

Se lavaron los rizomas con agua a temperatura ambiente y con una solución de cloro al 0,5%, para desinfectar correctamente.

- **Rebanado o troceado**

Se hizo con la finalidad de hacer un volumen más pequeño que de tal manera que el secado dure menos tiempo, se utilizó cuchillos manuales con un espesor de 3 mm.

- **Pesado**

Se pesó cada bandeja utilizada con una balanza semi-analítica y se numeraron para llevar control de pesos con frecuencia de tiempo, luego se colocaron los rizomas de menor tamaño en las bandejas y se pesaron para anotar el peso total.

- **Deshidratado**

Se realizó en un deshidratador eléctrico que posee treinta bandejas cuadradas de 40 cm² cada una. El deshidratado total duró un lapso de diez horas.

- Cinco horas a 55°C
- Cuatro horas a 57°C

- **Pesado**

Se realizó a través de una balanza semi-analítica, para evaluar los rendimientos.

- **Molienda**

Se utilizó un molino de discos, por el cual se pasaron las rebanadas del rizoma de jengibre, para ser finamente divididos hasta partículas pequeñas, formándose así la harina.

- **Almacenaje**

Se empacaron en bolsas herméticas, evitando así la rehidratación de la harina y conservándola con buena calidad y por un largo tiempo. (ver apéndice 17.1 página 77)

10.4 Formulación para elaboración de galletas dulces

Para la formulación de elaboración de galletas se tomó como base una formulación de galleta normal, que la conforman ingredientes como: harina de trigo, agua, azúcar, leche, margarina, huevos, polvo de hornear y sal. En esta investigación se realizaron tres formulaciones con diferentes porcentajes de harina de trigo, harina de epicarpio de piña y harina de jengibre, para determinar cuál era más aceptable sensorialmente y cual poseía mayor contenido de fibra, hierro y zinc.

Tabla 8 Formulaciones para la elaboración de una galleta dulce a partir de harina de trigo, jengibre, y epicarpio de piña

Orden	Fórmula	Fórmula A Código 174	Fórmula B Código 385	Fórmula C Código 267
	Ingredientes			
1	Harina de Trigo	27,68 %	23, 42 %	19,17 %
2	Harina de Epicarpio de piña	8,52 %	10, 65 %	12,78 %
3	Harina de Jengibre	2,13 %	4,26 %	6,39 %
4	Agua	17,04 %	17,04 %	17,04 %
5	Azúcar	14,91 %	14,91 %	14,91 %
6	Leche	10, 65 %	10,65 %	10,65 %
7	Margarina	9,67 %	9,67 %	9,67 %
8	Huevos	8,52 %	8,52 %	8,52 %
9	Polvo de hornear	0,60 %	0,60 %	0,60 %
10	Sal	0,30 %	0,30 %	0,30 %

Fuente: elaboración propia, 2017

Nota: los códigos (174, 267 y 385) son los que se usaron en las boletas para evaluación sensorial.

10.4.1 Proceso de elaboración de galletas

- **Preparación de suministros**

Previo al proceso de transformación, se seleccionó los suministros que se usaron en la producción, tal como los huevos, los cuales se extrajeron manualmente y se depositaron en un recipiente según la cantidad necesaria para la formulación prevista. La harina de trigo fue tamizada para mantener uniformidad en el tamaño de sus partículas.

- **Dosificación de ingredientes**

Los objetivos de esta operación fueron mejorar las características sensoriales al producto final, dependiendo de la dosificación de los ingredientes; en cantidades exactas para evitar riesgos y cumplir con los puntos de control.

- **Mezclado y amasado**

Los ingredientes se mezclaron entre sí para obtener una masa homogénea. En esta operación se obtuvo una masa elástica y extensible, bien oxigenada, que no se recalentó en el proceso ni sufrió roturas. Para lograr estas características se hizo un amasado manual.

- **Moldeado**

El formado de los productos o de las bases que se emplearon se realizaron por medio de moldes plásticos, para dar la forma deseada. Los moldes pueden ser de diversos materiales, entre los más habituales se encuentra el acero inoxidable, aluminio, plástico, caucho y silicona.

- **Horneado**

Este es el proceso de cocción del producto final, en este proceso sucedieron diversos efectos sobre la masa: aumentó la digestibilidad de la mezcla, se modificaron las características

organolépticas, se incrementó la estabilidad del producto y se aumentó la durabilidad al eliminarse los microorganismos por acción de las altas temperaturas.

En la cocción, las proteínas presentes se desnaturalizan total o parcialmente, el almidón se gelatiniza, la amilosa emigra de los gránulos de almidón y estos pierden su estructura cristalina hidratándose.

El tratamiento térmico (horneado) se realizará en un horno de convección de aire forzado a 150°C por quince minutos.

▪ **Enfriado**

Al salir del proceso de horneado las galletas fueron enfriadas en una estación seca para evitar que la humedad penetrara en la galleta y evitar la formación de mohos. Las galletas se empaquetaron cuando alcanzaron una temperatura de 30 grados Celsius.

▪ **Almacenaje**

Se conoce como envasado las operaciones encaminadas a dotar de una protección permanente y resistente frente a las agresiones externas de los alimentos. Las galletas fueron empacadas en cajas de plástico PET. (ver apéndice 17.2 página 78)

10.5 Análisis químico proximal

La información que se obtuvo al realizar el análisis químico proximal a las tres formulaciones de galletas, y a las pastas previo a ser horneadas, fue el porcentaje presente de fibra, hierro y zinc, con esta información se pudo determinar si se mantiene el porcentaje de los nutrientes mencionados, antes y después del horneado.

Para realizar el análisis de fibra fue necesario presentar cada muestra debidamente identificada, con un peso de 75 gramos, en bolsas ziploc SC Johnson, las galletas horneadas se enviaron a temperatura ambiente y la pasta para galletas sin hornear se envió a temperatura de refrigeración. Las muestras fueron evaluadas en el Laboratorio de

Bromatología de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia. Los resultados fueron expresados en porcentaje de masa.

En el caso del Hierro (Fe) y Zinc (Zn) las tres formulaciones de galletas fueron llevadas al Laboratorio de Suelo-Planta-Agua de Agronomía, las muestras fueron identificadas y con un peso de 75 gramos en bolsas ziploc SC Johnson, se envió por medio de transporte (GUATEX) a temperatura ambiente las muestras de galletas horneadas y la pasta sin hornear a temperatura de refrigeración.

En la nomenclatura de las muestras para hierro, zinc y fibra, las primeras letras empleadas (**A, B y C**) corresponden a las tres diferentes formulaciones donde la variante que se alteró fue el porcentaje de harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña. Las letras que están es segunda posición (**C y H**), la letra C significa que son las muestras de pasta cruda y la H las muestras horneadas, y las numeraciones (**1, 2, 3 y 4**) es el número de repeticiones de cada formulación. (Ver apéndice 17.6, págs. 90-97)

10.6 Metodología utilizada para evaluación sensorial

Se llevó a cabo el Panel Piloto de evaluación sensorial en el laboratorio de Planta Piloto de la carrera de Ingeniería en Alimentos a quince panelistas en la fecha 06-04-2018. Se utilizaron los cubículos del laboratorio de Evaluación Sensorial de la carrera de Ingeniería en Alimentos. Se prepararon tres muestras de galletas de trigo, jengibre y epicarpio de piña en diferentes porcentajes, identificadas con un código diferente cada una, (ver apéndice 17.13, páginas 101-102)

Se colocaron 40 g de cada muestra en bolsas ziploc SC Johnson, transparentes con el respectivo código para cada formulación, se colocó un vaso con agua purificada, un vaso con bolsa plástica para descarte, servilleta, boleta de registro con una escala ordinal de siete categorías que va de gusta mucho a disgusta mucho y cuatro características (olor, color, sabor y textura) y también se le proporcionó lapicero negro a cada panelista que participó en la prueba.

El análisis se hizo tomando como base la escala hedónica, con base a los resultados de este análisis, se determinó cuál de las tres formulaciones posee las mejores propiedades

organolépticas y con los resultados de la escala hedónica facial se obtuvo que formulación presentó mayor aceptabilidad por los consumidores.

En total se obtuvieron 375 datos divididos en cuatro tablas (color, olor, sabor y textura) del panel de evaluación sensorial, se trabajaron estadísticamente por el método de ANDEVA con una distribución de bloques al azar, para determinar estadísticamente cuál es la formulación más aceptada por los quince panelistas de laboratorio.

Se escogió la formulación que poseía mayor aceptabilidad en las cuatro características evaluadas (olor, color, sabor y textura).

10.7 Análisis estadístico para panel piloto

Para el análisis organoléptico se realizó un análisis con base en la escala hedónica. Para el análisis de datos, las categorías que da la escala hedónica se convirtieron en puntajes numéricos del uno al siete, donde uno representa “me disgusta mucho” y siete representa “me gusta mucho”. Los puntajes numéricos para cada muestra se tabularon y se multiplicaron con el número de votos obtenidos por cada calificación, obteniendo un puntaje total para cada calificación. Este puntaje total se dividió por el número de participantes en la encuesta, obteniendo así el puntaje promedio adecuado para cada muestra analizada, que es representativa de todas las demás calificaciones.

Cada puntaje promedio tuvo una desviación estándar para mostrar la tendencia superior e inferior. La prueba se realizó en un panel con quince panelistas, los cuales calificaron tres formulaciones de galletas, cada una hecha con una de las mezclas de diferentes porcentajes de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre.

10.8 Presentación técnica de los resultados

Los resultados obtenidos de los cálculos realizados fueron expresados en forma de valores numéricos. Para la tabulación e interpretación de datos se utilizó cuadro de análisis de varianza con distribución de bloques al azar.

10.9 Análisis estadístico de la determinación de hierro, zinc y fibra

Los resultados de hierro y zinc, fueron determinados en el laboratorio en ppm, para facilitar la comparación de los datos y determinar la cantidad requerida de cada formulación de galleta, según la ingesta diaria del hierro y zinc se convirtieron los datos en gramos. Las muestras horneadas fueron analizadas con un peso de 3 g y las muestras en pasta cruda con peso de 2,25 g, la comparación de los datos se hizo en base a 3 g (ver apéndice 17.6.1 y 17.6.2, Págs. 90-91). En el caso de los resultados de fibra fueron determinados en gramos, el porcentaje de humedad de cada muestra varió, para hacer la comparación de estabilidad térmica se usó el porcentaje de humedad de las muestras horneadas, para tener mayor exactitud. (Ver apéndice 17.6.3 al 17.6.8, Págs. 92-99).

Se empleó un diseño simple con arreglo en bloques al azar, utilizando cuatro repeticiones por cada tratamiento. En total se evaluaron veinticuatro muestras para fibra cruda, veinticuatro muestras para hierro (Fe) y veinticuatro muestras para zinc (Zn). Al tener los resultados se realizó un Análisis de Varianza por el método de Fischer.

Tabla 9 Análisis de varianza para distribución en bloques al azar

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	$\frac{\sum(\sum \text{Tratamientos})^2 - Fc}{\# \text{ de bloques}}$	# trat -1	$\frac{Sc \text{ trat.}}{Gl \text{ trat}}$	$\frac{CM \text{ trat.}}{CM \text{ error}}$	Tabla F
Bloque	$\frac{\sum(\sum \text{bloques})^2 - Fc}{\# \text{ de tratamientos}}$	# bloq -1	$\frac{Sc \text{ bloq}}{Gl \text{ bloq}}$	$\frac{CM \text{ bloq}}{CM \text{ error}}$	Tabla F
Error	Sc total - Sc tratamientos- Sc bloques	Gl trat * Gl bloq	$\frac{Sc \text{ error}}{Gl \text{ error}}$		
Total	$\sum (\text{dato})^2 - Fc$	n-1			

Fuente: Dr. Marco Antonio del Cid

$$FC = \left(\frac{\Sigma total^2}{n} \right)$$

Dónde:

- gL = grados de libertad
- N = bloques o tratamientos
- SC = sumatoria de cuadrados
- CM = Cuadrado medio de error
- Ft = factor tabulado de la curva de la prueba de Fischer al 95% de confiabilidad
- Fc = factor calculado de la prueba de Fischer.
- CV = causas de variación

10.10 Recolección y ordenamiento de la información

La recolección se hizo de manera secuencial y ordenada para evitar confusiones en los datos originales, se usaron tablas de recolección de datos para evitar estos inconvenientes.

10.11 Punto de muestreo

Los resultados del análisis químico proximal, análisis bromatológico y el análisis organoléptico, fueron los puntos de muestreo para realizar la comparación de las medias utilizando un análisis estadístico.

11. RESULTADOS

11.1 Proceso de deshidratación de jengibre y epicarpio de piña

Se deshidrató un lote de epicarpio de piña con un peso de 7,27 kilogramos y un lote de jengibre con peso de 4,55 kilogramos y se obtuvo de producto final 0.66 kg de harina de jengibre y 1,5 kg de harina de epicarpio de piña (ver apéndice 17.9 página 100). La deshidratación se llevó a cabo en las instalaciones de la planta piloto de la carrera de Ingeniería en Alimentos, Centro Universitario del Sur Occidente, Mazatenango Suchitepéquez. Las condiciones de deshidratación fueron constantes para los lotes de materia prima (jengibre y epicarpio de piña), la humedad relativa se mantuvo estable. Las temperaturas y humedades relativas fueron obtenidas a través del equipo de deshidratación y adicional se corroboró dichos datos con un medidor manual de temperatura y humedad relativa. (Ver apéndice 17.7 y 17.8, Pág.98-99)

11.2 Resultado del análisis bromatológico (Hierro y Zinc) y químico proximal (fibra) realizado a las muestras de galletas

Se analizaron tres formulaciones de galletas con diferentes porcentajes de harina de trigo, harina de epicarpio de piña y harina de jengibre.

-Peso de la muestra para análisis fisicoquímico (Fe y Zn): 3 g para muestras horneadas y 2,25 g para muestras sin hornear.

- Peso de la muestra para análisis químico proximal (fibra): 50 g

La variante en cada formulación fue el porcentaje de harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña.

Formulación A: 72% de harina de trigo, y 22% de harina de epicarpio de piña y harina de jengibre 6%.

Formulación B: 61% de harina de trigo, y 28% de harina de epicarpio de piña y harina de jengibre 11%.

Formulación C: 50% de harina de trigo, y 33% de harina de epicarpio de piña y harina de jengibre 17%.

El análisis se realizó en muestras de galletas sin hornear (pasta) y en galletas horneadas, de cada formulación se analizaron cuatro repeticiones, en total fueron doce muestras de pasta sin hornear y doce muestras de galletas para cada análisis.

Tabla 10 Resultados de Zn en pasta cruda y galletas horneadas

Muestra	ZnC (g)	ZnH (g)	% de estabilidad	\bar{A}
A1	0,03888	0,03332	85,70%	85,71%
A2	0,03888	0,02916	75,00%	
A3	0,03888	0,03749	96,42%	
A4	0,03888	0,03332	85,70%	\bar{B}
B1	0,06664	0,05831	87,50%	81,35%
B2	0,0722	0,05831	80,76%	
B3	0,07775	0,05415	69,65%	
B4	0,06664	0,05831	87,50%	\bar{C}
C1	0,09441	0,07914	83,83%	79,41%
C2	0,09441	0,07081	75,00%	
C3	0,10552	0,07914	75,00%	
C4	0,09441	0,07914	83,83%	\bar{X}
Σ	0,8275	0,6706		82,16%

Fuente: elaboración propia, 2018

Tabla 11 Resultados de Fe en pasta cruda y galletas horneadas

Muestra	Fe C (g)	Fe H (g)	% de estabilidad	\bar{A}
A1	0,07775	0,06164	79,28 %	80,61 %
A2	0,07331	0,05831	79,54 %	
A3	0,08219	0,05914	71,96 %	
A4	0,07997	0,0733	91,66 %	\bar{B}
B1	0,11663	0,14994	128,56 %	61,06 %
B2	0,37208	0,04165	11,19 %	
B3	0,27212	0,15411	56,63 %	
B4	0,26101	0,12495	47,87 %	\bar{C}
C1	0,26656	0,30821	115,63 %	80,46 %
C2	0,34431	0,07497	21,77 %	
C3	0,20548	0,2624	127,70 %	
C4	0,43316	0,24574	56,73 %	\bar{X}
Σ	2,58457	1,61436		74,04 %

Fuente: elaboración propia, 2018

Nota: los resultados de las muestras horneadas están expresados con un peso de 3 g y las muestras de pasta cruda se realizaron con un peso de 2,25 g y se obtuvo una humedad 24,77%, por lo que para hacer la comparación de la tabla anterior se convirtieron los datos de pasta cruda al mismo peso de las muestras horneadas.

En apéndice 17.6.1 y 17.6.2 páginas 90-91, se pueden observar los resultados originales del análisis fisicoquímico, desarrollados a las muestras de galletas de jengibre y epicarpio de piña, desarrollados en el Laboratorio de Suelo-planta-agua, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla 12 Resultados de Fibra cruda en pasta para galletas sin hornear y galletas horneadas

Muestra	F C (g)	F H (g)	% de estabilidad	\bar{A}
A1	15,77	9,19	58,28 %	63,12 %
A2	12,27	8,7	70,90 %	
A3	13,71	8,29	60,47 %	
A4	13,5	8,48	62,81 %	\bar{B}
B1	12,12	7,9	65,18 %	67,20 %
B2	10,36	6,95	67,08 %	
B3	11,66	8,12	69,64 %	
B4	11,51	7,7	66,90%	\bar{C}
C1	13,73	8,64	62,93 %	60,26 %
C2	12,32	8,56	69,48 %	
C3	17,58	9,19	52,28 %	
C4	17,85	10,06	56,36 %	\bar{X}
Σ	162,38	101,78		63,53 %

Fuente: elaboración propia, 2018

Nota: los resultados de las muestras horneadas están expresados con un % de agua diferente al % de agua de las muestras de pasta cruda, por lo que para hacer la comparación de la tabla anterior se convirtieron los datos de pasta cruda al mismo % de agua de las muestras horneadas.

En apéndice 17.6.3 al 17.6.8 páginas 92-97, se pueden observar los resultados originales del análisis químico proximal, desarrollados a las muestras de galletas de jengibre y cáscara de piña, desarrollados en el Laboratorio de Bromatología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018

El porcentaje de hierro y zinc en las muestras de galletas se realizó en laboratorio Suelo-planta-agua, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018 y el porcentaje de fibra cruda en laboratorio de Bromatología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla 13 Promedio del contenido de Hierro, Zinc y fibra de tres formulaciones de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre

Componente	Formulación A (g)	Formulación B (g)	Formulación C (g)
Hierro	0,06309	0,1176	0,2228
Zinc	0,0333	0,0572	0,0770
Fibra cruda	8,665	7,6675	9,1125

Fuente: Laboratorio de Suelos y Bromatología, Universidad San Carlos de Guatemala, 2018.

Según la ingesta diaria recomendada (IDA) de hierro, zinc y fibra, establecida por el INCAP y OMS, se estableció que cantidad de cada formulación de las galletas se debe consumir para cubrir los requerimientos. (Ver apéndice 17.17, Pág. 106)

Al realizar el análisis estadístico de Zinc, Hierro y Fibra en muestras sin hornear y horneadas, se determinó que sí existe diferencia estadística. (Ver apéndice 17.10 al 17.12 Páginas 100-101)

11.3 Resultados del Panel Piloto de Evaluación Sensorial y Panel de Consumidores realizado a las galletas con harina de jengibre y epicarpio de piña

En el panel piloto de evaluación sensorial se evaluó de manera individual las características de: color, olor, sabor y textura. Los datos se obtuvieron de los resultados de la boleta de evaluación sensorial de la galleta convirtiendo la escala de cualidades en una escala numérica (escala hedónica), en donde 1 = disgusta mucho y 7 = gusta mucho.

Los resultados de los panelistas se analizaron a través de análisis de varianza donde se determinó que si hay diferencia estadística en muestras y jueces de las cuatro características sensoriales. (Ver apéndice 17.13 Págs. 110-112) Al integrar las características evaluadas en el panel piloto de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre, se realizó un análisis de varianza en el cual se concluyó que sí hay diferencia estadísticas en las muestras, es decir las formulaciones si presentaron diferencias significativas, pero en los resultados de los jueces no se presentó diferencia estadística, denotando que en los resultados de los jueces no hubo diferencia estadística significativa. (Ver apéndice 17.14 y 17.15 Páginas. 102-106)

11.4 Resultados del Panel de Consumidores de Evaluación Sensorial realizado a las galletas con harina de jengibre y epicarpio de piña

En el panel a nivel de consumidores (estudiantes de sexto primaria), con respecto al agrado o desagrado de las galletas, se evaluó una comparación en las tres formulaciones de galletas elaboradas con harina de jengibre y epicarpio de piña.

Los datos se obtuvieron de los resultados de la boleta de evaluación sensorial (escala hedónica facial) de la galleta, convirtiendo cada cara expresiva en una escala numérica (escala hedónica), en donde 1 disgusta demasiado, 2: disgusta ligeramente, 3: no gusta, ni disgusta, 4: gusta mucho y 5 = gusta muchísimo.

Los resultados se analizaron estadísticamente a través de análisis de varianza, donde se estableció que no hay diferencia estadística en las muestras y en los jueces, es decir que los evaluadores coincidieron en sus respuestas y determinaron que la diferencia de las formulaciones no fue significativa.

De las tres muestras de galletas identificadas con código (385, 174 y 267) que fueron evaluadas en panel piloto y panel de consumidores, la formulación “B”, código 385, con 61% de harina de trigo, 28% de harina de epicarpio de piña y 11% de harina de jengibre, obtuvo las mayores medias aritméticas, fue la que más gustó a los jueces y la que gustó menos fue la formulación 267, en consecuencia, la muestra 385 es la mejor formulación para preparar la galleta según los panelistas. (Ver apéndice 17.13 Págs. 101-102)

11. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La fortificación de alimentos de consumo masivo constituye una de las estrategias de mayor éxito para prevenir las deficiencias nutricionales, los alimentos usados como transporte deben reunir ciertos requisitos, siendo el principal de ellos el de ser ampliamente consumido por los grupos de riesgo. Los alimentos más utilizados para este fin son principalmente los cereales y sus derivados es por ellos que se elaboraron galletas para ser utilizadas como vehículo en la fortificación de hierro, zinc y fibra.

La concentración de hierro y zinc se realizó por medio de un análisis bromatológico y en el caso de la fibra cruda se hizo a través de análisis químico proximal, se analizaron tres diferentes formulaciones donde la variante fue el porcentaje de harinas para determinar cual era más conveniente consumir según la ingesta diaria recomendada de cada una de ellas, se examinaron cuatro muestras para obtener mayor seguridad en variaciones de una misma formulación al ser evaluadas estadísticamente, y para comprobar la hipótesis establecida de la estabilidad térmica del hierro, zinc y fibra en las galletas se analizaron cuatro muestras en pasta sin hornear y cuatro muestras de galletas horneadas de cada formulación, analizando ocho muestras por formulación siendo un total de veinticuatro muestras para análisis de zinc, veinticuatro para hierro y veinticuatro para fibra cruda.

Los resultados obtenidos del porcentaje de estabilidad térmica de zinc fueron de 82,16%, de hierro 74,04 y de fibra 63,53. Después del horneado se conservó más de la mitad de dichos elementos, en el caso de los minerales estos se caracterizan por ser bastante estables a tratamientos térmicos, sin embargo pueden existir interacciones entre distintos elementos como las proteínas y fibra dietética, que pueden reducir la biodisponibilidad de algunos minerales como calcio, hierro, magnesio o zinc, esto puede ocurrir en algunos procesos culinarios como la extrusión, el horneado o procesos fermentativos, que permiten que las enzimas fitasas hidrolicen los fitatos presentes en los cereales y dificulten la reacción con los minerales (Dapcich V, 2004), puede que esta haya sido una de las razones de las pérdidas del porcentaje de hierro y zinc, otras causas según (Shipashree, Arora, Sharma, Kumar y Tomar, 2016, 800) podrían ser la reactividad química, incompatibilidad con otros componentes que resulta en una reducción

de la biodisponibilidad del mismo, estabilidad en condiciones de procesamiento y almacenamiento.

Las pérdidas del porcentaje de fibra se deben a varios factores como las propiedades funcionales y fisiológicas de la fibra dietaria entre ellas la capacidad de retención de agua, de aceite y de hinchamiento, el proceso de secado puede alterar las propiedades de los productos modificando sus propiedades funcionales según Bernal, (1998). La temperatura puede ser otro factor significativo donde Ortiz, (2017) señala que 55 a 60°C los cambios no son significativos debido al fenómeno de endurecimiento que obstaculiza la salida de agua reduciendo la velocidad de secado y los cambios bruscos en la composición química de la fibra dietaria.

En los resultados del Panel Piloto de Evaluación Sensorial y en el Panel de Consumidores se utilizó un análisis de varianza por el método de Fisher, para establecer si existía diferencia estadística entre las muestras de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre. También se empleó una distribución de tratamientos de bloques completamente al azar. Las características sensoriales de color, sabor, olor y textura evaluadas en el panel piloto y el nivel de aceptabilidad en panel de consumidores, presentan una diferencia estadística significativa entre tratamientos, esto representa que la formulación afectó las características, aportando un mayor puntaje la formulación B, código 385, con un porcentaje de 61% de harina de trigo, 28% de harina de epicarpio de pina y 11% de harina de jengibre, según las observaciones dadas por los jueces en las boletas de escala de hedónica, la muestra 385 presentó un nivel de pungencia aceptable el cual es aportado por el jengibre, en cuanto a la textura la formulación C, código 267 gustó menos por ser más crocante que las demás formulaciones, percibiendo la sensación de un alimento duro, muy consistente y poco quebradizo, y respecto al color y olor los puntajes fueron más estables en el nivel de agrado.

Los resultados obtenidos conforme a las gráficas (apéndice 17.13, págs. 101-102), durante la evaluación sensorial de las galletas, se determinó que la formulación que obtuvo mayores puntajes es la muestra código 385, debido a que en las cuatro características (color, olor, sabor y textura) del panel piloto y el grado de aceptabilidad en el panel de consumidores, se obtuvo la media aritmética más alta, siendo esta la formulación más conveniente para la galleta a base de harina de trigo, harina de epicarpio de pina y harina de jengibre.

12. CONCLUSIONES

1. Se rechaza la hipótesis, debido a que el hierro, zinc y fibra tienen alta estabilidad térmica, en el caso de zinc el porcentaje de estabilidad térmica fue de 82,16%, del hierro 74,04% y de fibra cruda 63,53%, al ser sometidas las muestras de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre al proceso de horneado los elementos de hierro, zinc y fibra, no se pierden completamente por lo que se podrían incluir en dietas alimentarias.
2. De las tres formulaciones que se elaboraron, la formulación que presentó mayor porcentaje de estabilidad térmica de hierro, zinc en galletas dulces a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre, fue la formulación A con 82,16 % y en los análisis de fibra cruda fue la formulación B con 67,20%
3. La cantidad promedio de hierro, zinc y fibra fue mayor en la formulación C, presentando 0,2283 g de hierro, 0,0771 g de zinc y 9,1125 g de fibra, de las tres formulaciones (A, B y C), la C tenía más concentración de harina de epicarpio de piña y jengibre, es decir que a mayor concentración de estas harinas también se elevó la concentración de hierro, zinc y fibra
4. La formulación de la galleta código 385, con un porcentaje de harina de trigo de 50%, harina de epicarpio 33% y harina de jengibre 17%, según los resultados obtenidos en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial y Panel de Consumidores obtuvo los mayores puntajes, con un promedio de media aritmética de 6,39 de quince panelistas, esto denota que esta formulación fue la que presentó mayor aceptabilidad en cuanto a sus características organolépticas.
5. A través del Análisis estadístico de varianza por el método de Fisher con una distribución de tratamientos de bloques completamente al azar y medias aritméticas se determinó que entre las muestras sin hornear y las horneadas si existe diferencia estadística en estabilidad térmica de zinc, hierro y fibra cruda

14. RECOMENDACIONES

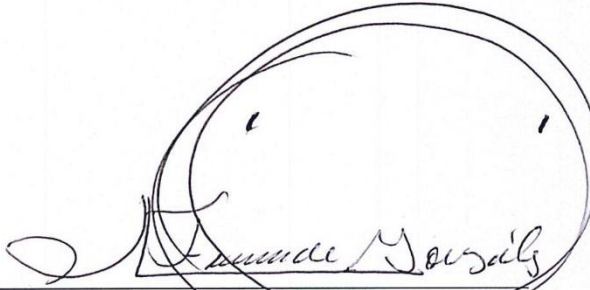
- 1.** Mantener temperaturas no mayores de 180°C y tiempos cortos de (15 a 30 min) en el proceso de horneado, para evitar pérdidas mayores de hierro, zinc y fibra.
- 2.** Considerar que existen interacciones entre distintos elementos y algunos nutrientes como las proteínas y la fibra dietética, que pueden reducir la biodisponibilidad de algunos minerales como el calcio, el hierro, el magnesio o el zinc.
- 3.** Realizar un análisis específico de hierro, zinc y fibra a la harina de jengibre y harina de epicarpio de piña, para determinar cuál de estas dos harinas aporta mayor porcentaje de estos compuestos.
- 4.** Elevar la cantidad de agua en el procesamiento de galletas con porcentajes altos de fibra para que la textura sea menos rígida y así mismo mejorar la aceptabilidad del producto.
- 5.** Evaluar tres o más repeticiones de una misma formulación, para determinar con mayor exactitud y grado de confiabilidad las diferencias y variaciones.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGEXPORT. (4 de febrero 2013). *Guía de exportación de alimentos*. Recuperado 11 de abril de 2017, de <http://agexporthoy.export.com.gt/agexport/limon-meyer-maya-papaya-jengibre-y-mas-de-10-productos-seran-presentados-esta-semana-en-fruit-logistica-2013-a-mas-de-50-mil-personas/>
2. Bartolomew, D., Paul, R., & Rohrbach, K. (2003). *La piña botánica, producción y usos*. Nueva York, EUA.: CABI publishing.
3. Buestan, E., España, S., & Cornejo, F. (2017). *Influencia de pretratamientos convencionales en el proceso de secado de piña y en las características del producto final*. Guayaquil, EC.: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
4. Calvo, S., Candel, G. (2012). *Nutrición, salud y alimentos funcionales*. Madrid, ES.: UNED.
5. Cenzano, I. (1993). *Nuevo manual de industrias alimentarias*. Madrid, ES.: Ediciones AMV.
6. Charley, H. (2005). *Tecnología de alimentos: Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos*. México, D.F.: Limusa.
7. *Cultivo de la piña*. (3 de noviembre de 2011). Recuperado 3 de septiembre de 2017, de <http://pineappleharvesting.blogspot.com/>
8. Del bosque, R. I. (2006). *Metodología de la investigación*. México, DF.: Mc Graw Hill Interamericana.
9. *El uso del Jengibre o Kion Ginger*. (3 de noviembre de 2013). Recuperado el 20 de marzo de 2017, de <http://b2bctrade.blogspot.com/2013/11/data-business-kion-ginger-jengibre.html>
10. FAO. (13 de julio de 2006). *Cosecha y manejo poscosecha de jengibre*. Recuperado 11 de marzo de 2017, de <http://teca.fao.org/es/read/3755>

11. FAO. (14 de enero de 2015) *Informe nacional:Seguridad Alimentaria y Nutricional y Pueblos Indígenas en Guatemala*. Recuperado 7 de mayo de 2017, de <http://www.fao.org/3/a-ax845s.pdf>
12. FAO. (2012). *Panorama de la seguridad alimetaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. Recuperado 15 de julio de 2017, de <http://www.fao.org/docrep/018/i3068s/i3068s.pdf>
13. FAO. (1993). *Procesamiento de Frutas y Hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeñae escala*. Recuperado 10 de agosto de 2017, de <http://www.fao.org/3/a-au168s.pdf>
14. Fellows, P. (1993). *Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas*. Madrid, ES.: Acribia.
15. Geankoplis, C.J. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. México, D.F.: Compañía Editorial Continental.
16. Hernández, A. G. (2010). *Nutrición humana en el estado de salud*. Madrid, ES.: Médica panamericana.
17. Hortolá, M. D. (2008). *Farmacología para fisioterapeutas*. Madrid, ES.:Panamericana.
- 18.0Jengibre. (2016). Recuperado 11 de septiembre de 2017, de<http://www.natursanix.com/ho000000lofit-ayurveda-jengibre.html>
19. Lluís Sierra Majem, J. A. (2006). *Nutrición y Salud Pública*. (2ª ed). Barcelona, ES.: Masson.
20. Manfugas, J. E. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana, CU.: Universitaria.
21. Marco, J. B. (2007). *Alimentos funcionales, aproximación a una nueva alimentación*. Madrid, ES.: CAM.
22. Muñoz, D. (2006). *El secado direto e indirecto de piña*. Colombia. Universidad del Cauca, Universidad del valle.

23. Murray, M. (1995). *The healing power of herbs: the enlightened persons guide to the wonders of medical plants*. USA.: Prima.
24. Pacheco, A. (2006). *Las reacciones adversas de las plantas medicinales y sus interacciones con medicamentos*. Universidad de Oriente.Ecuador.
25. Pelikan, W. (1997). *El poder curativo de las plantas*. Nueva York, EUA.: Rudolf Steiner, S.A.
26. *Producción de Piña en Guatemala*. (21 de mayo de 2014). Recuperado 9 de febrero de 2017, de <https://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-de-pina-en-guatemala.shtml>
27. Santamaria, M. R. (2005). *Industrias alimentarias, tecnologías emergentes*. (1era ed.) Barcelona, ES.: UPC.
28. Tscheuschner, H.-D. (2001). *Fundamentos de tecnología de alimentos*. Zaragoza, ES.: Acribia.
29. Universidad Nacional Agraria La Molina. (1993). *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. Recuperado 5 de febrero de 2018, de https://issuu.com/bibliotecaagricolanacional/docs/facultad_industrias
30. USDA. (2013). *Base de datos nacional de nutrientes para referencia estándar*. Recuperado 8 de junio de 2017, de <http://www.sennutricion.org/es/2013/05/05/usda-national-nutrient-database-for-standard-reference>

(f) 

Vo. Bo. Lcda. Ana Teresa de González

Bibliotecaria CUNSUROC



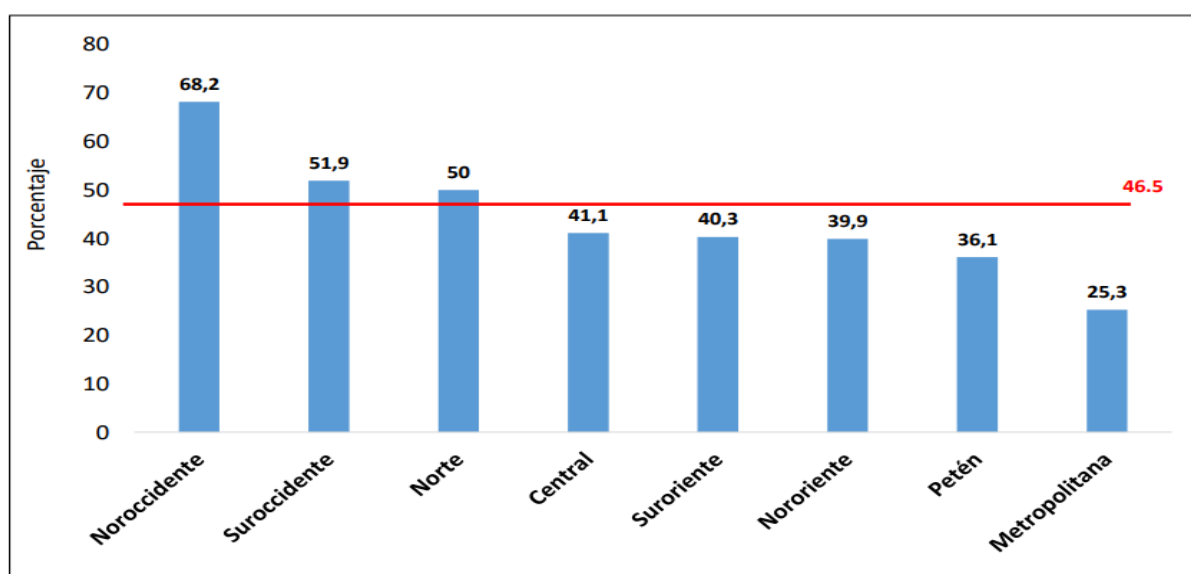
16. ANEXOS

- **Tabla 1 Clasificación de países de América Latina y el Caribe según vulnerabilidad a la Inseguridad Alimentaria**

Tipo de vulnerabilidad	Sub Regiones	
	Mesoamérica y el Caribe	Sudamérica
Baja	Costa Rica	Argentina, Brasil, Chile, Uruguay
Media	México y Panamá	Colombia, Ecuador, Perú y República Bolivariana de Venezuela
Alta	Guatemala , El Salvador, Honduras, Nicaragua y países del Caribe	Bolivia y Paraguay

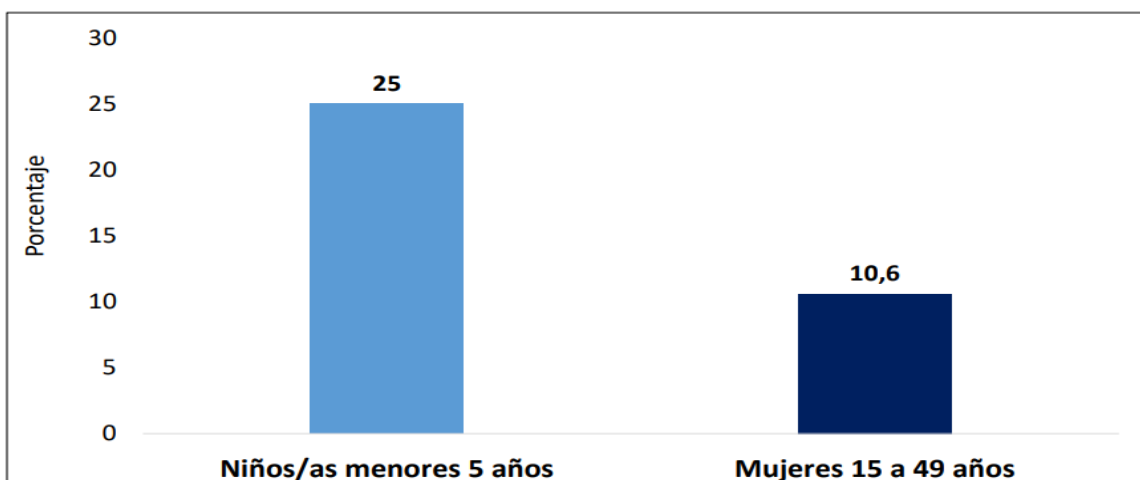
Fuente: FAO. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. Roma, 2010.

- **Grafica 1 Desnutrición crónica en niños/as menores de 5 años por región y nivel nacional**



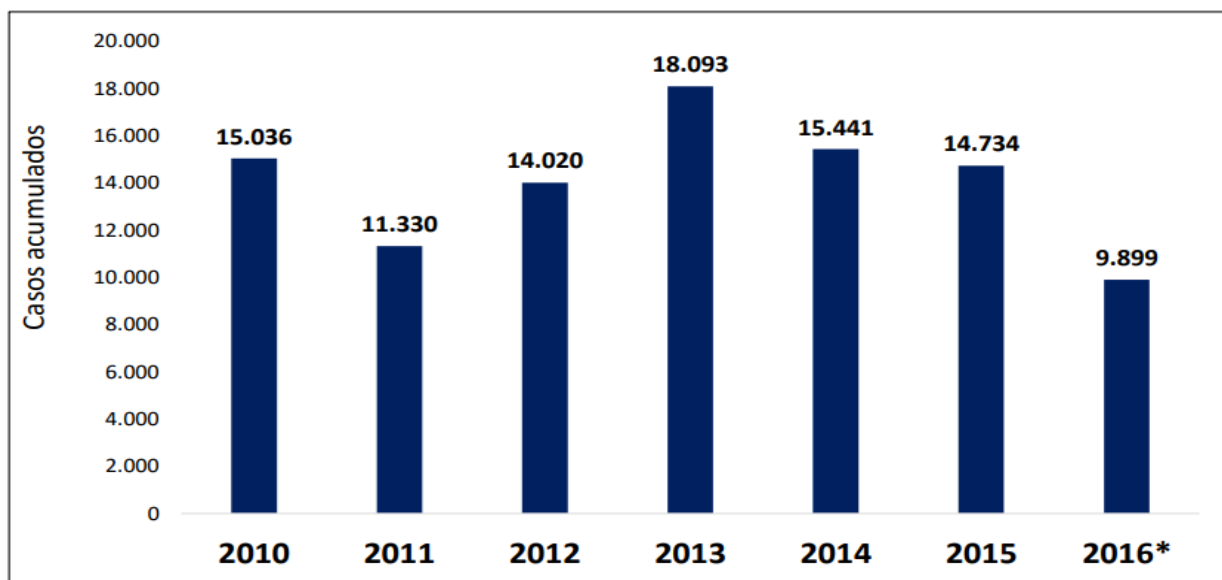
Fuente: ENSMI 2014/2015

- **Grafica 2 Prevalencia de anemia en niños/as menores de 5 años y mujeres de 15 a 49 años**



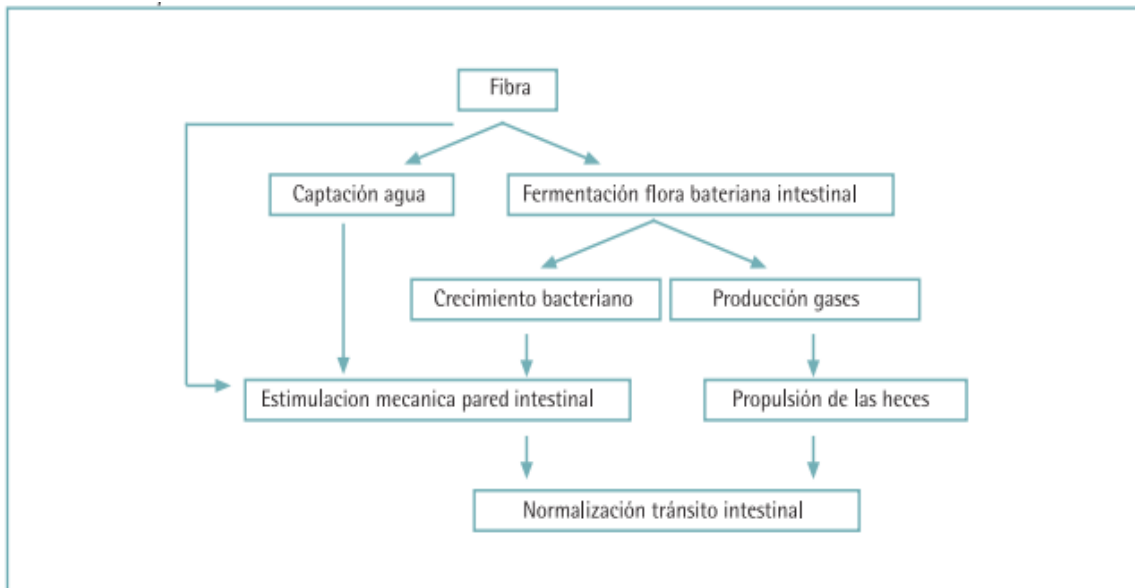
Fuente: ENSMI 2014/205

- **Grafica 3 Desnutrición aguda en menores de 5 años. Guatemala, 2010-2016**



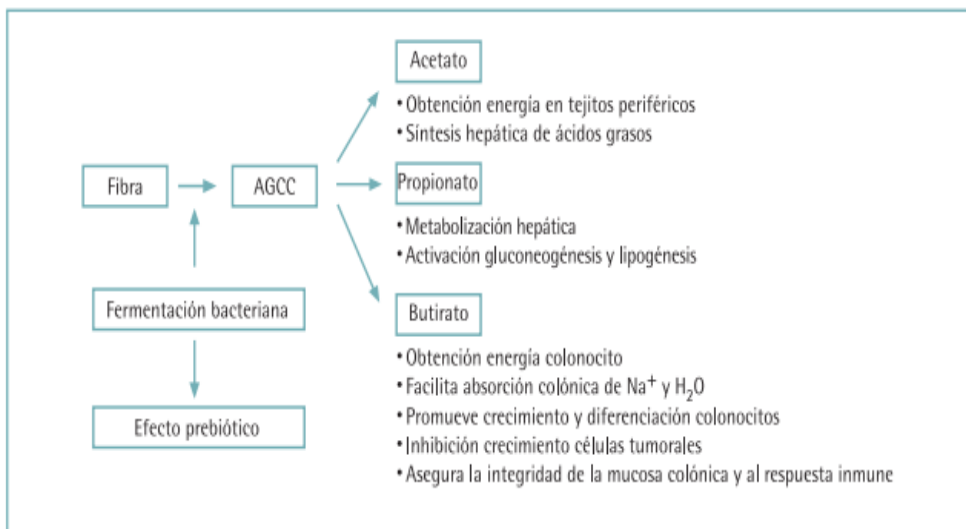
Fuente: SIGSA-18, MSPAS. 2016, *hasta la semana 35

- **Grafica 4 Fibra dietética y tránsito intestinal**



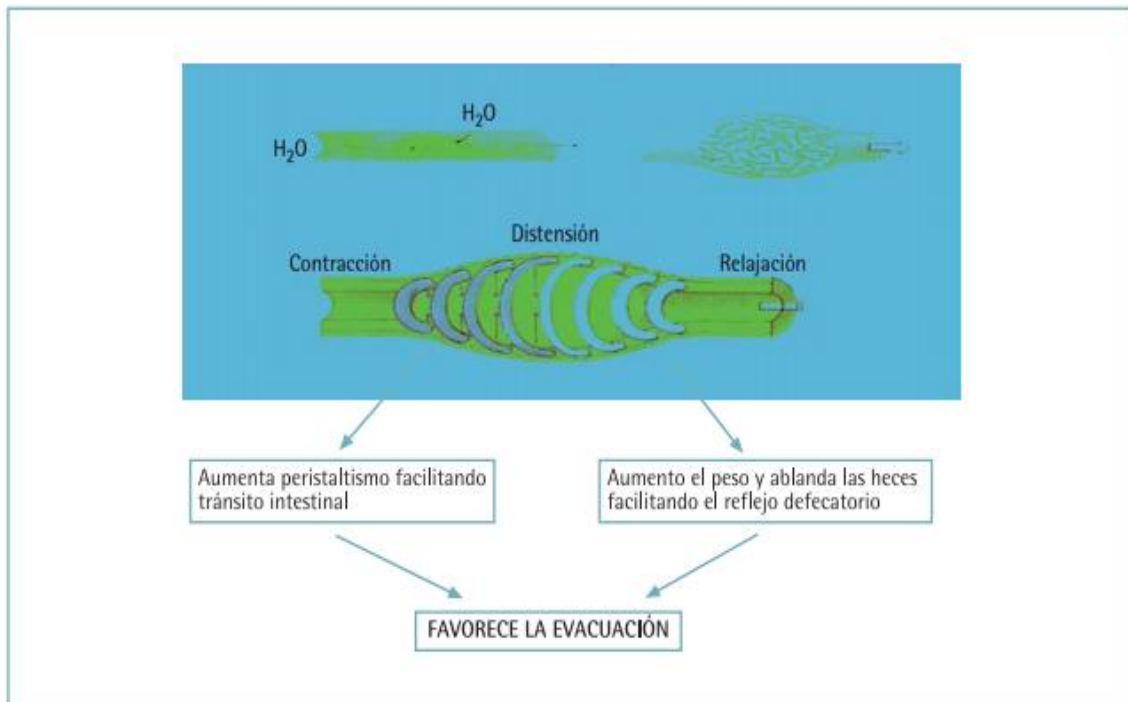
Fuente: Alimentos funcionales, (Marco, 2007)

- **Grafica 5 Acciones derivadas de la fibra dietética**



Fuente: Alimentos funcionales, (Marco, 2007)

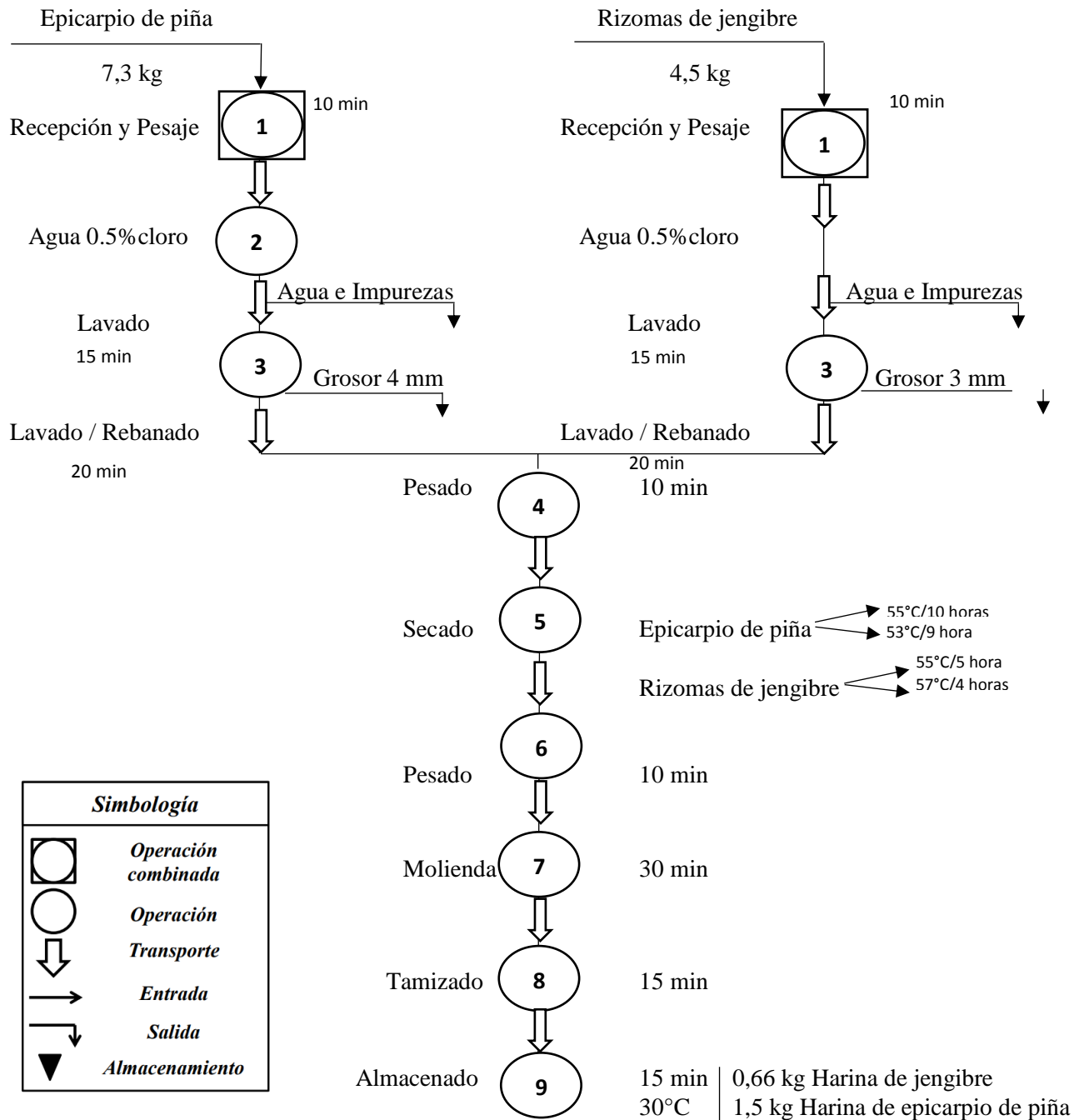
- **Grafica 6 Mecanismos de la fibra para mejorar el estreñimiento**



Fuente: Alimentos funcionales, (Marco, 2007)

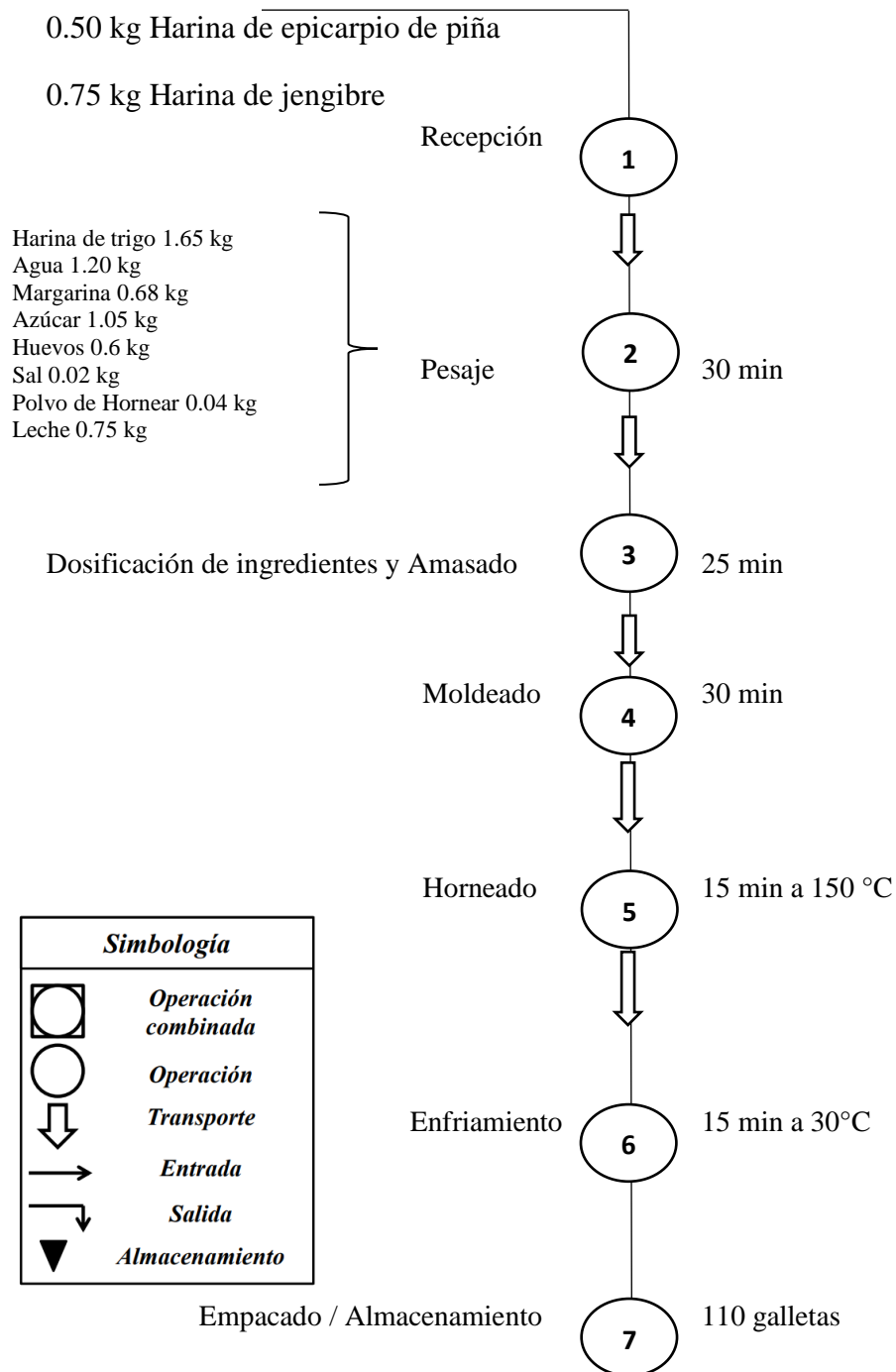
17. APÉNDICES

17.1 Diagrama de proceso de obtención de harina de jengibre y harina de epicarpio de piña.



Fuente: elaboración propia, 2017

17.2 Diagrama de producción de galletas



Fuente: elaboración propia, 2017



17.3 Boleta de escala hedónica para panel piloto



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Boleta de evaluación sensorial para panelistas de laboratorio
Galleta dulce enriquecida con harina de jengibre y epicarpio de piña

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____ **HORA:** _____

Indicaciones: a continuación, se le presentan tres muestras de una galleta a base de harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña, sírvase degustarlas y evaluarlas con respecto a color, olor, sabor y textura, marque con una X en cada código y en cada categoría a evaluar.

OLOR	CÓDIGO 385	CÓDIGO 174	CÓDIGO 267
Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
Gusta ligeramente			
No gusta, ni disgusta			
Disgusta ligeramente			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			

COLOR	CÓDIGO 385	CÓDIGO 174	CÓDIGO 267
Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
Gusta ligeramente			
No gusta, ni disgusta			
Disgusta ligeramente			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			

SABOR	CÓDIGO 385	CÓDIGO 174	CÓDIGO 267
Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
Gusta ligeramente			
No gusta, ni disgusta			
Disgusta ligeramente			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			

TEXTURA	CÓDIGO 385	CÓDIGO 174	CÓDIGO 267
Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
Gusta ligeramente			
No gusta, ni disgusta			
Disgusta ligeramente			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			

OBSERVACIONES:_____

Fuente: elaboración propia, 2017

17.4 Boleta de escala hedónica facial para panel de consumidores



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE INGENIERÍA EN ALIMENTOS








Boleta de evaluación sensorial para panel de consumidores Galleta dulce enriquecida con harina de jengibre y epicarpio de piña

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____ **HORA:** _____

ESCUELA: _____ **GRADO:** _____ **EDAD:** _____

Indicaciones: a continuación, se le presentan tres muestras de una galleta con diferente código, a base de harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña, sírvase degustarlas y evaluarlas con respecto a sabor, marque con una X debajo de la cara que Ud. pondría al consumir el producto

	CÓDIGO 230	CÓDIGO 147	CÓDIGO 387
			
			
			
			
			

Fuente: elaboración propia, 2017

17.5 Fotografías

1. Bandeja de jengibre antes de deshidratar



Fuente: elaboración propia, 2018

2. Jengibre en proceso de deshidratación



Fuente: elaboración propia, 2018

3. Control de peso de jengibre deshidratado



Fuente: elaboración propia, 2018

4. Epicarpio de piña previo a ser deshidratado



Fuente: elaboración propia, 2018

5. Epicarpio de piña deshidratado



Fuente: elaboración propia, 2018

6. Molienda del producto deshidratado



Fuente: elaboración propia, 2018

7. Harina de epicarpio de piña



Fuente: elaboración propia, 2018

8. Harina de jengibre



Fuente: elaboración propia, 2018

9. Moldeado de galletas



Fuente: elaboración propia, 2018

10. Galletas previo al horneado



Fuente: elaboración propia, 2018

11. Galletas después del horneado



Fuente: elaboración propia, 2018

12. Degustación de galletas en panel de consumidores



Fuente: elaboración propia, 2018

13. Ejecución de panel de consumidores con estudiantes de sexto primaria en la Escuela Oficial Mixta de "Los Almendros", Mazatenango, Suchitepéquez.



Fuente: elaboración propia, 2018

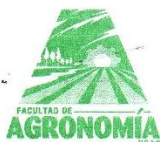
14. Ejecución de Panel sensorial con estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos



Fuente: elaboración propia, 2018

17.6 Resultados de los informes de análisis de hierro, zinc y fibra cruda en pasta para galletas sin hornear y galletas horneada

17.6.1 Análisis de Fe y Zn en pasta sin hornear de tres formulaciones de galletas de jengibre y epicarpio de piña.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: ANGELA MARIANA DUQUE
PROCEDENCIA: CENTRO UNIVERSITARIO DE MAZATENANGO, CUNSUROC

ANALISIS DE Fe y Zn EN GALLETAS DE JENGIBRE Y CASCARA DE PIÑA

IDENTIFICACION		ppm	
		Zn	Fe
M-1	Pasta sin hornear AC 1	29.16	58.31
M-2	Pasta sin hornear AC 2	29.16	54.98
M-3	Pasta sin hornear AC 3	29.16	61.64
M-4	Pasta sin hornear AC 4	29.16	59.98
M-5	Pasta sin hornear BC 1	49.98	87.47
M-6	Pasta sin hornear BC 2	54.15	279.06
M-7	Pasta sin hornear BC 3	58.31	204.09
M-8	Pasta sin hornear BC 4	49.98	195.76
M-9	Pasta sin hornear CC 1	70.81	199.92
M-10	Pasta sin hornear CC 2	70.81	258.23
M-11	Pasta sin hornear CC 3	79.14	154.11
M-12	Pasta sin hornear CC 4	70.81	324.87



Anibal Sacaja
INGENIERO AGRONOMO
COL. No. 1482

CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

17.6.2 Análisis de Fe y Zn en galletas horneadas de tres formulaciones de galletas de jengibre y epicarpio de piña.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: ANGELA MARIANA DUQUE
PROCEDENCIA: CENTRO UNIVERSITARIO DE MAZATENANGO, CUNSUROC

ANALISIS DE Fe y Zn EN GALLETAS DE JENGIBRE Y CASCARA DE PIÑA

IDENTIFICACION		ppm	
		Zn	Fe
M-1	Galleta horneada AH 1	33.32	61.64
M-2	Galleta horneada AH 2	29.16	58.31
M-3	Galleta horneada AH 3	37.49	59.14
M-4	Galleta horneada AH 4	33.32	73.30
M-5	Galleta horneada BH 1	58.31	149.94
M-6	Galleta horneada BH 2	58.31	41.65
M-7	Galleta horneada BH 3	54.15	154.11
M-8	Galleta horneada BH 4	58.31	124.95
M-9	Galleta horneada CH 1	79.14	308.21
M-10	Galleta horneada CH 2	70.81	74.97
M-11	Galleta horneada CH 3	79.14	262.40
M-12	Galleta horneada CH 4	79.14	245.74



Anibal Saabaja
INGENIERO AGRONOMO
COL. No. 1487

CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24183000 EXT 1562 Ó 1769

17.6.3 Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de galletas horneadas, de la formulación A.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

Solicitado por:

ANGELA MARTANA DUQUE CASTILLO

Dirección

CIUDAD, CAPITAL

No. 064

Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Fecha de recibida la muestra:

13-02-2018

Fecha de realización:

DEL 19 AL 23-02-2018



FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/Kg
58	AH1	SECA	11.57	86.43	---	10.40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	9.19	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
59	AH2	SECA	14.69	86.31	---	10.19	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	8.70	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
60	AH3	SECA	12.50	87.50	---	9.47	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	8.29	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
61	AH4	SECA	12.83	87.17	---	9.73	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	8.48	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA: 4

OBSERVACIONES:
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2018/064
23/02/18

17.6.4 Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de galletas horneadas, de la formulación B.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Escuela de Zootecnia

Unidad de Alimentación Animal

Solicitado por:

ANGELA MARTIANA DUQUE CASTILLO

Dirección

CIUDAD, CAPITAL

No. 065

Fecha de recibida la muestra:

13-02-2018

Fecha de realización:

DEL 19 AL 23-02-2018

Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12

Ciudad de Guatemala

Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676

E-mail: bromato2000@yahoo.es



FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/Kg
62	BH1	SECA	15.60	84.40	---	9.37	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	7.90	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
63	BH2	SECA	16.75	83.25	---	8.34	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	6.95	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
64	BH3	SECA	16.21	83.79	---	9.69	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	8.12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
65	BH4	SECA	15.71	84.29	---	9.14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	7.70	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2018/065
05/03/18

17.6.5 Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de galletas horneadas, de la formulación C.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

Solicitado por:

ANGELA MARIANA DUQUE CASTILLO

Dirección

CIUDAD, CAPITAL

No. 066

Fecha de recibida la muestra:

13-02-2018

Fecha de realización:

DEL 19 AL 23-02-2018



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/Kg
66	CH1	SECA	15.06	84.94	---	10.17	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	8.64	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
67	CH2	SECA	17.34	82.66	---	10.35	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	8.56	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
68	CH3	SECA	12.16	87.84	---	10.46	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	9.19	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
69	CH4	SECA	13.23	86.77	---	11.59	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	10.06	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2018/066
23/02/18

17.6.6 Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de pasta cruda para galletas de la formulación A.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

Solicitado por:

ANGELA MARINA DUQUE CASTILLO

Dirección

CIUDAD, CAPITAL, No. 067

Fecha de recibida la muestra:

13-02-2018

Fecha de realización:

DEL 19 AL 23-02-2018



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/Kg
70	AC1	SECA	19.85	80.15	---	6.25	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	5.01	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---
71	AC2	SECA	20.73	79.27	-----	7.35	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	5.83	-----	-----	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---
72	AC3	SECA	20.68	79.32	---	6.63	-----	-----	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	5.26	-----	-----	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	---	---
73	AC4	SECA	20.44	79.26	-----	7.67	-----	-----	---	---	---	-----	-----	---	-----	-----	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	6.11	-----	-----	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	---	---

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este Informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Resultados 2018/067
23/02/18



Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

17.6.7 Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de pasta cruda para galletas de la formulación B.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal



FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por: **ANGELA MARIANA DUQUE CASTILLO** Dirección: **CIUDAD, CAPITAL** No. **068**
Fecha de recibida la muestra: **13-02-2018** Fecha de realización: **DEL 19 AL 23-02-2018**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/Kg
74	BC1	SECA	23.94	78.06	----	8.37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	----	6.37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
75	BC2	SECA	24.96	75.04	----	8.20	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	----	6.15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
76	BC3	SECA	23.27	76.73	----	8.06	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	----	6.18	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
77	BC4	SECA	23.48	76.52	----	8.46	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	----	6.46	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Resultados 2018/068
23/02/18

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

17.6.8 Informe de resultados de análisis de fibra cruda en muestras de pasta cruda para galletas de la formulación C.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2° N
Ciudad de Guat.
Telefax: 241883
E-mail: bromato

Solicitado por:

ANGELA MARIANA DUQUE CASTILLO,

Dirección

CIUDAD, CAPITAL,

No. 068

Fecha de recibida la muestra:

13-02-2018,

Fecha de realización:

DEL 19 AL 23-02-2018,

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %
74	CC1	SECA	23.94	76.06	----	8.37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	----	8.37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
75	CC2	SECA	24.96	75.04	----	8.20	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	----	6.15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
76	CC3	SECA	23.27	76.73	----	8.06	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	----	6.18	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
77	CC4	SECA	23.48	76.52	----	8.46	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	----	6.46	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Resultados 2018/068
23/02/18



Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

17.7 Resultados de deshidratación de jengibre

No. De Bandeja	Peso inicial (g)	Peso final (g)	%M.S.T
1	224	56	168
2	224	28	196
3	168	28	140
4	112	42	70
5	98	26	72
6	98	14	84
7	112	42	70
8	140	31	109
9	168	28	140
10	168	42	126
11	168	31	137
12	196	28	168
13	196	42	154
14	224	31	193
15	238	28	210
16	238	42	196
17	220	63	157
18	185	52	133
Σ	3177	654	2523

Fuente: elaboración propia, 2018

17.8 Resultados de deshidratación de epicarpio de piña

No. De Bandeja	Peso inicial (g)	Peso final (g)	%M.S.T
1	424	84	340
2	210	28	182
3	224	42	182
4	280	28	252
5	266	70	196
6	238	14	224
7	224	42	182
8	196	42	154
9	238	38	200
10	322	42	280
11	182	28	154
12	336	56	280
13	280	42	238
14	224	42	182
15	252	42	210
16	240	42	198
17	284	34	250
18	340	28	312
19	210	14	196
20	196	28	168
21	196	28	168
22	140	28	112
23	422	88	334
24	413	82	331
25	404	83	321
27	415	80	335
28	420	89	331
29	393	85	308
30	407	86	321
Σ	8376	1435	6941

Fuente: elaboración propia, 2018

17.9 Rendimiento de las harinas procesadas

- Rendimiento de la harina de jengibre.

$$\bigcirc \frac{0,66 \text{ kg harina de jengibre}}{4,5 \text{ kg de jengibre}} \times 100\% = 15 \%$$

El 0,66 kg de harina se obtuvo a partir de sumar el peso final de cada bandeja con el producto deshidratado.

- Rendimiento de la harina de epicarpio de piña.

$$\bigcirc \frac{1,5 \text{ kg harina de epicarpio de piña}}{7,3 \text{ kg de epicarpio de piña}} \times 100\% = 21\%$$

El 1,5 kg de harina de epicarpio de piña se obtuvo a partir de sumar el peso final de cada bandeja con el producto deshidratado.

17.10 Análisis estadístico de Zinc en muestras sin hornear y horneadas

	\bar{A}	S	Tc	Tt	Conclusión
Muestra sin hornear (A)	0,06895833	0,00771714	5,61929553	2,201	Existe diferencia estadística en las muestras de Zinc antes y después del horneado
Muestra horneada (D)	\bar{D}				
	0,05588333				

Fuente: elaboración propia, 2018

17.11 Análisis estadístico de Hierro en muestras sin hornear y horneadas

	\bar{A}	S	Tc	Tt	Conclusión
Muestra sin hornear (A)	0,21538083	0,12179052	2,201746	2,201	Existe diferencia estadística en las muestras de Hierro antes y después del horneado
Muestra horneada (D)	\bar{D}				
	0,13453				

Fuente: elaboración propia, 2018

17.12 Análisis estadístico de fibra cruda en muestras sin hornear y horneadas

	\bar{A}	S	Tc	Tt	Conclusión
Muestra sin hornear (A)	13.5316667	1.6379407	10.2256171	2.201	Existe diferencia estadística en las muestras de fibra antes y después del horneado
Muestra horneada (D)	\bar{D}				
	8.4816667				

Fuente: elaboración propia, 2018

17.13 Resultados de análisis varianza de Panel Piloto de Evaluación Sensorial

13.1 Análisis de Varianza para olor

CV	SC	GL	CM	Fc	Ft	Conclusión	
Trat	16,178	2	8,089	9,78	4,2205	Si hay diferencia	Muestras
Bloque	22,978	14	1,64	1,983	1,7195	Sí hay diferencia	Jueces
Error	23,15	28	0,827	-----			
Total	62,31	44	-----	-----			

Fuente: elaboración propia, 2018

17.13.2 Análisis de Varianza para color

CV	SC	GL	CM	Fc	Ft	Conclusión	
Trat	12.578	2	6.289	13.129	4.2205	Si hay diferencia	Muestras
Bloque	18.311	14	1.3079	2.73	1.7195	Si hay diferencia	Jueces
Error	13.421	28	0.479	-----			
Total	44.31	44	-----	-----			

Fuente: elaboración propia, 2018

17.13.3 Análisis de Varianza para sabor

CV	SC	GL	CM	Fc	Ft	Conclusión	
Trat	20.93	2	10.465	30.07	4.2205	Si hay diferencia	Muestras
Bloque	16.53	14	1.181	33.94	1.7195	Si hay diferencia	Jueces
Error	9.74	28	0.348	-----			
Total	47.20	44	-----	-----			

Fuente: elaboración propia, 2018

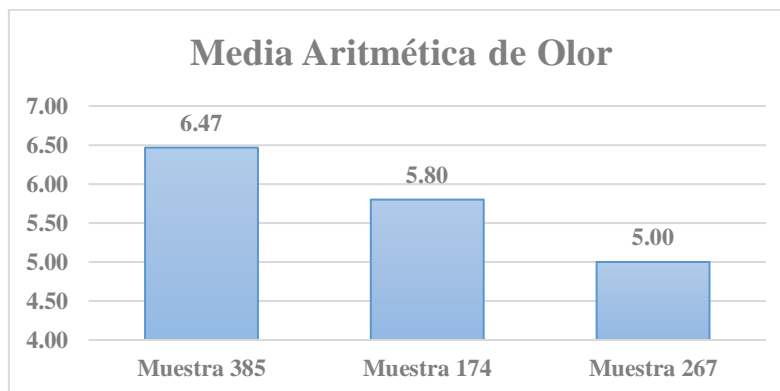
17.13.4 Análisis de Varianza para textura

CV	SC	GL	CM	Fc	Ft	Conclusión	
Trat	8.711	2	4.355	6.32	4.2205	Si hay diferencia	Muestras
Bloque	17.644	14	1.26	1.829	1.7195	Si hay diferencia	Jueces
Error	19.285	28	0.689	----			
Total	45.64	44	----	----			

Fuente: elaboración propia, 2018

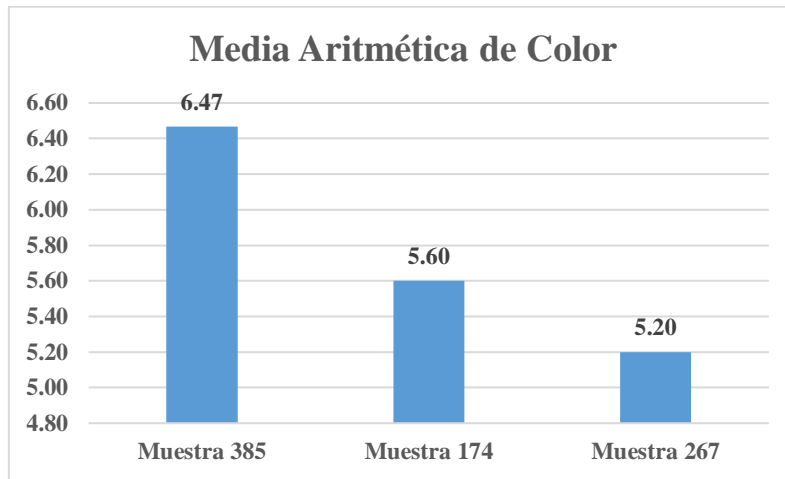
17.14 Resultados de la determinación de la formulación que obtuvo los mayores puntajes.

14.1 Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a olor.



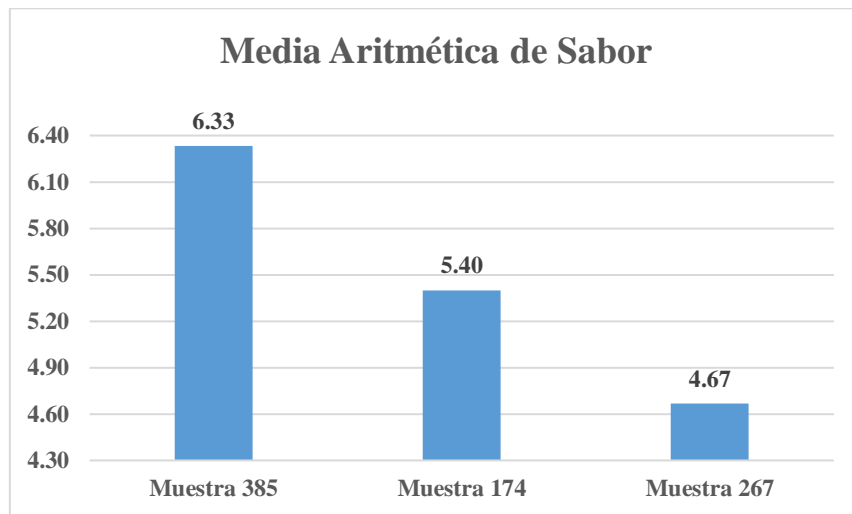
Fuente: elaboración propia, 2018

17.14.2 Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a color.



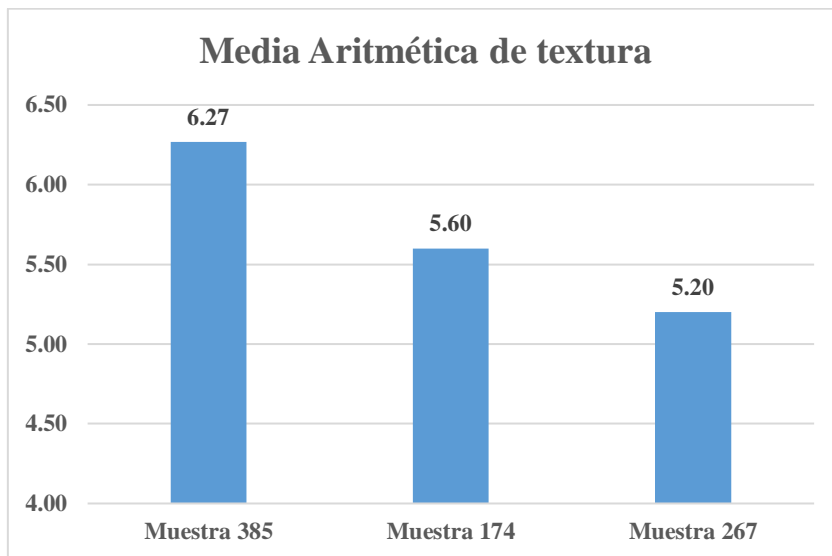
Fuente: elaboración propia, 2018

17.14.3 Media aritmética obtenida en el Panel Piloto de evaluación sensorial con respecto a sabor.



Fuente: elaboración propia, 2018

17.14.4 Media aritmética obtenida en el panel piloto de evaluación sensorial con respecto a textura.



Fuente: elaboración propia, 2018

17.15 Resultados integrados de las características evaluadas en el panel sensorial de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre.

Aspecto	Muestra 385	Muestra 174	Muestra 267	Σ	Σ^2
Olor	97	87	75	259	67081
Color	97	84	78	259	67081
Sabor	95	81	70	246	60516
Textura	94	84	78	256	65536
Σ	383	336	301	1020	260214
Σ^2	146689	112896	90601	350186	

Fuente: elaboración propia, 2018

17.15.1 Análisis de varianza para olor, color, sabor y textura de tres formulaciones de galletas a base de harina de trigo, epicarpio de piña y jengibre

CV	Sc	Gl	CM	Fc	Ft	Conclusión
Tratamientos	846.5	2	423.25	86.08	7.2599	Sí hay diferencia estadística entre las muestras.
Bloque	38	3	12.67	2.58	6.5989	No hay diferencia estadística entre los jueces del panel.
Error	29.5	6	4.92	----	----	----
Total	914	11	----	----	----	----

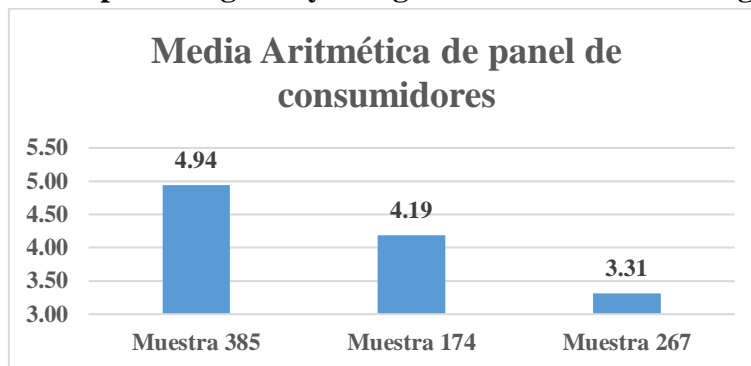
Fuente: elaboración propia, 2018

17.16 Análisis de Varianza de aceptación de panel de consumidores

CV	SC	GL	CM	Fc	Ft	Conclusión	
Trat	21,17	2	10,59	3,10	4,1821	No hay diferencia	Muestras
Bloque	9,31	15	0,62	0,18	1.969	No hay diferencia	Evalúadores
Error	102,50	30	3,42	----			
Total	132,98	60	----	----			

Fuente: elaboración propia, 2018

17.16.1 Media aritmética obtenida en el panel de consumidores de evaluación sensorial con respecto a agrado y desagrado de las muestras de galletas.



Fuente: elaboración propia, 2018

17.17 Ingesta diaria recomendada (IDA)

IDA	FORMULACIÓN A (g)	FORMULACIÓN B (g)	FORMULACIÓN C (g)
HIERRO (0.015 g según INCAP)	0.0630975	0.1176625	0.22283
Cantidad de galletas para cubrir el IDA de Fe	3	2	1
ZINC (0.011 g según OMS)	0.0333225	0.05727	0.0770575
Cantidad de galletas para cubrir el IDA de Zn	1	1	1
FIBRA (21 a 30 g según OMS)	8.665	7.6675	9.1125
Cantidad de galletas para cubrir el IDA de Fibra	3	4	3

Fuente: elaboración propia, 2018

18. Glosario

▪ **Ácido málico**

El ácido málico es un ácido dicarboxílico que se encuentra en muchos vegetales y frutas y también es producido de forma natural por el cuerpo humano. Se encuentra sobre todo en alimentos agrios o ácidos de sabor. Cuando se come, produce un sabor amargo suave y persistente. La fuente más común de este compuesto es la manzana. El ácido málico es cristalino en estructura, incoloro y soluble en agua. (Licata, 2017)

▪ **Ácido ascórbico**

Perteneciente junto con las vitaminas B al grupo de las hidrosolubles, la vitamina C interviene en el mantenimiento de huesos, dientes y vasos sanguíneos por ser buena para la formación y mantenimiento del colágeno. (Licata, 2017)

▪ **Aerobio**

El nombre de aerobio es aquel que se aplica a los organismos o seres vivos que necesitan el oxígeno para vivir.

▪ **Antiemética**

Los antieméticos son productos que impiden el vómito (emesis) o la náusea. Los fármacos antieméticos típicamente se usan para tratar cinetosis y los efectos secundarios de los analgésicos opioides, de los anestésicos generales y de la quimioterapia dirigida contra el cáncer. Los antieméticos son productos que impiden el vómito (emesis) o la náusea. Los fármacos antieméticos típicamente se usan para tratar cinetosis y los efectos secundarios de los analgésicos opioides, de los anestésicos generales y de la quimioterapia dirigida contra el cáncer. (Hortolá, 2008)

▪ **Antihistamínicas**

Son medicamentos que se usan para reducir o eliminar los efectos de las alergias, al actuar bloqueando los receptores de la histamina. La histamina es una sustancia que se libera en el cuerpo durante las reacciones alérgicas. (Hortolá, 2008)

- **Antitusivas**

Fármaco empleado para tratar la tos y condiciones similares. En conjunto, se trata de un vasto grupo de medicamentos (narcóticos y no narcóticos) que actúan sobre el sistema nervioso central o periférico para suprimir el reflejo de la tos. (Hortolá, 2008)

- **Brácteas**

Término introducido en botánica por Linné, se llama bráctea cualquier órgano foliáceo situado en la proximidad de las flores y distinto por su forma, tamaño, consistencia, color, etc., de las hojas normales y de las que, transformada, constituyen el cáliz y la corola. (Gispert, 1999)

- **Bromatología**

Es la ciencia que estudia los alimentos en cuanto a su producción, manipulación, conservación, elaboración y distribución, así como su relación con la sanidad. Esta ciencia permite conocer la composición cualitativa y cuantitativa de los alimentos, el significado higiénico y toxicológico de las alteraciones y contaminaciones, cómo y por qué ocurren y cómo evitarlas, cuál es la tecnología más apropiada para tratarlos y cómo aplicarla, cómo utilizar la legislación, seguridad alimenticia, protección de los alimentos y del consumidor, qué métodos analíticos aplicar para determinar su composición y determinar su calidad (Pérez, 2011).

- **Carminativa**

Un carminativo es un medicamento o sustancia que favorece la disminución de la generación de gases en el tubo digestivo y con ello disminuyen las flatulencias y cólicos. El efecto se refiere a un efecto antiespasmódico en los músculos estomacales lisos y a un efecto de disminución de la fermentación en la flora intestinal. (Socorro Coral Calvo Bruzos, 2012)

- **Colinérgicos**

Se refiere a circuitos neuronales, medicamentos, moléculas, y proteínas que hacen uso, transportan o modifican la actividad del neurotransmisor acetilcolina. (Socorro Coral Calvo Bruzos, 2012)

- **Diaforesis**

La diaforesis es el término médico para referirse a una excesiva sudoración y profusa que puede ser normal (fisiológica), resultado de la actividad física, una respuesta emocional, una temperatura ambiental alta, síntoma de una enfermedad subyacente o efectos crónicos de las anfetaminas. Fiebre, menopausia. (Lluís Sierra Majem, 2006)

- **Desnutrición**

La desnutrición es una enfermedad causada por una dieta inapropiada, hipocalórica e hipo proteico. También puede ser causada por mala absorción de nutrientes como en la celiaquía. Tiene influencia en los factores sociales, psiquiátricos o simplemente patológicos. Ocurre principalmente entre individuos de bajos recursos y principalmente en niños de países subdesarrollados. (Pérez, 2011).

- **Deshidratación**

Es la alteración de agua y sales minerales en el plasma de un cuerpo. Puede producirse por estar en una situación de mucho calor (sobre todo si hay mucha humedad), ejercicio intenso, falta de bebida o una combinación de estos factores. También ocurre en aquellas enfermedades donde está alterado el balance hidroelectrolítico. Básicamente, esto se da por falta de ingestión o por exceso de eliminación de agua (Pérez, 2011).

- **Detrimento**

Detrimento es una destrucción leve o a parcial de algo.

- **Diseminación**

Esparcimiento o dispersión de personas, animales o cosas en distintas direcciones. (Gispert, 1999)

- **Diverticulosis**

La diverticulosis es la aparición de divertículos o bolsas en la pared del intestino grueso, haciendo que se engrose, y reduciendo la luz del intestino. (Lluís Sierra Majem, 2006)

- **Epicarpio**

A veces denominado exocarpio o exocarpo de exo, "exterior") es la parte del pericarpio que suele proteger al resto del fruto del exterior. El epicarpio forma la epidermis protectora del fruto que, a menudo, contiene glándulas con esencias y pigmentos. En muchas frutas se llama comúnmente piel (Pérez, 2011).

- **Extracto etéreo**

Es conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con éter etílico (ésteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres). (Santamaría, 2005)

- **Fitoterapéutico**

Es el producto medicinal empacado y etiquetado, cuyas sustancias activas provienen de material de la planta medicinal o asociaciones de estas, presentado en estado bruto o en forma farmacéutica que se utiliza con fines terapéuticos. También puede provenir de extractos, tinturas o aceites. (Hortolá, 2008)

- **Grados Brix**

Los grados Brix (°Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido.

- **Mesófilo**

Es un término botánico que designa el tejido que se encuentra entre la epidermis del haz y del envés de las hojas. (Gispert, 1999)

- **Molturación**

El objetivo de molturación principalmente es la obtención de alimentos más agradables, además es la separación de las partes anatómicas del grano, eliminación del salvado, germen

y con ello la obtención de una harina más palatable, mejor conservación, pero menor valor nutritivo. (Tscheuschner, 2001)

- **Obesogénico**

Puede ser utilizado en el ambiente o entorno donde las condiciones favorecen la aparición de obesidad entre la población, y también de sus patologías asociadas que son la diabetes, hipertensión, colesterol alto, triglicéridos altos, hígado graso y arteriosclerosis. (Lluís Sierra Majem, 2006)

- **Pungencia**

La pungencia o picor es la sensación de ardor agudo producido por productos hortícolas, captada por el sentido del gusto al contacto con algunas sustancias. (Marco, 2007)

- **Rizoma**

En Biología, un rizoma es un tallo subterráneo con varias yemas que crecen de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos. Los rizomas crecen indefinidamente. (Gispert, 1999)

- **Serotonina**

La serotonina o 5-HT, es una sustancia transmisora o neurotransmisor que pertenece al grupo de las monoaminas. Tiene un importante papel en la regulación del estado anímico, en la ingesta alimentaria, en la regulación del dolor y en el sueño. (Lluís Sierra Majem, 2006)

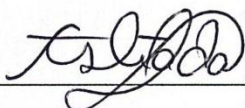


Mazatenango, Suchitepéquez 28 de mayo del 2018

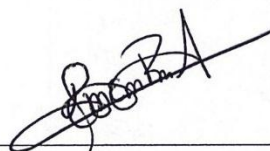
**Comité de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC**

Atentamente nos dirigimos a ustedes con la finalidad de hacer de su conocimiento, que hemos revisado el Trabajo de Graduación titulado “**DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD TÉRMICA DE HIERRO, ZINC Y FIBRA EN GALLETAS DULCES ELABORADAS CON HARINA DE TRIGO, JENGIBRE Y EPICARPIO DE PIÑA**”, desarrollado por la estudiante T.U. ANGELA MARIANA DUQUE CASTILLO carné 200941614. Luego de constatar que ha realizado las correcciones sugeridas de Seminario II, consideramos que puede ser entregado a ustedes para el trámite siguiente.

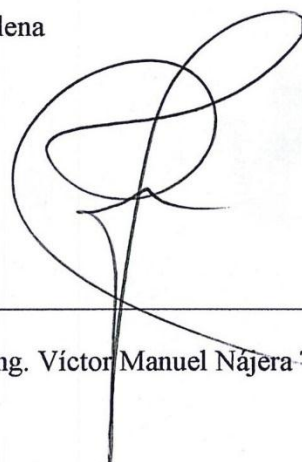
Sin más por el momento, de ustedes respetuosamente.

(f) 

Inga. Aurora Carolina Estrada Elena

(f) 

Inga. Dora Emilia Rodas Álvarez

(f) 

Ing. Víctor Manuel Nájera-Toledo

Mazatenango, Suchitepéquez 16 de julio de 2018



Dr. Edgar Roberto del Cid Chacón.

Coordinador carrera de Ingeniería en Alimentos.

CUNSUROC –USAC–.

Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de la evaluación de seminario II, del Trabajo de Graduación titulado: **Determinación de la estabilidad térmica de hierro, zinc y fibra en galletas dulces elaboradas con harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña**, de la estudiante: **Angela Mariana Duque Castillo**, identificado (a) con número de carné: **200941614**.

El documento antes mencionado presenta los requisitos establecidos de redacción y corrección, para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente.


Ing. Marvin Manolo Sánchez López.
Secretario de comisión de trabajo de graduación.



Mazatenango, Suchitepéquez 16 de julio de 2018



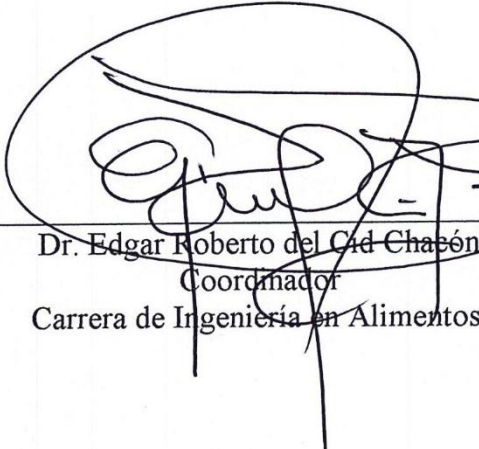
Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano.
Director del Centro Universitario del sur Occidente.
CUNSUROC -USAC-.
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente -CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **Determinación de la estabilidad térmica de hierro, zinc y fibra en galletas dulces elaboradas con harina de trigo, jengibre y epicarpio de piña**. El cual ha sido presentado por el (la) estudiante: **Angela Mariana Duque Castillo**, quien se identifica con número de carné: **200941614**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del imprímase.

Deferentemente.


Dr. Edgar Roberto del Cid Chapón
Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-11-2018

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, doce de septiembre de dos mil dieciocho_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, **"DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD TÉRMICA DE HIERRO, ZINC Y FIBRA EN GALLETAS DULCES ELABORADAS CON HARINA DE TRIGO, JENGIBRE (Zingiber Officinale) Y EPICARPIO DE PIÑA (Ananas)"** de la estudiante: **Angela Mariana Duque Castillo**, carné No. **200941614 CUI: 2062 44169 1216** de la carrera **Ingeniería en Alimentos**.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Guillermo Vinicio Tello Cano".

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director - CUNSUROC -



/gris